

tte

BULLETIN

SOCIÉTÉ DES SCIENCES

DE NANCY

BULLETIN

DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

BULLETIN

NANCY, IMPRIMERIE BERGER-LEVRAULT ET C^{ie}.

DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ DES SCIENCES
DE NANCY

ANCIENNE SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DE STRASBOURG

FONDÉE EN 1828

Série II. — Tome XIII. — Fascicule XXIX

27^e ANNÉE. — 1894

(AVEC PLANCHES)

BERGER-LEVRAULT ET C^{ie}, ÉDITEURS

PARIS

5, RUE DES BEAUX-ARTS

NANCY

18, RUE DES GLACIS

1895

SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

BUREAU ET CONSEIL D'ADMINISTRATION

POUR L'ANNÉE 1894.

	MM.
	Président, MARX.
	Vice-président, GODFRIN.
BUREAU	Secrétaire général, HECHT.
	Secrétaire annuel, MONAL.
	Trésorier, HELD.
	FLICHE.
Administrateurs.	SCHLAGDENHAUFFEN.
	CHARPENTIER.

LISTE DES MEMBRES

COMPOSANT LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

Arrêtée au 1^{er} janvier 1894.

I. MEMBRES TITULAIRES

INSCRITS PAR RANG D'ANCIENNETÉ.

1. D^r SCHLAGDENHAUFFEN *, directeur de l'École supérieure de pharmacie. 5 juillet 1859.
2. D^r HECHT *, professeur honoraire de la Faculté de médecine. 3 janvier 1865.
3. D^r GROSS, professeur à la Faculté de médecine. 16 décembre 1868.
4. D^r BLEICHER *, professeur à l'École supérieure de pharmacie. 7 juillet 1869.
5. D^r BEAUNIS *, professeur honoraire de la Faculté de médecine. 5 mai 1873.
6. D^r BERNHEIM *, professeur à la Faculté de médecine. 5 mai 1873.
7. D^r MARCHAL, ancien chef de clinique à la Faculté de médecine. 5 mai 1873.

8. D^r SPILLMANN, professeur à la Faculté de médecine. 5 mai 1873.
9. DELCOMINÈTE, professeur suppl. à l'École supérieure de pharmacie.
5 janvier 1874.
10. D^r FRIANT, professeur à la Faculté des sciences. 19 janvier 1874.
11. ROUSSEL, ancien professeur à l'École forestière. 16 mars 1874.
12. FLICHE *, professeur à l'École forestière. 20 avril 1874.
13. HALLER *, professeur à la Faculté des sciences. 8 janv. 1877.
14. BICHAT *, doyen de la Faculté des sciences. 22 janvier 1877.
15. LE MONNIER, professeur à la Faculté des sciences. 18 juin 1877.
16. GAULT, pharmacien de 1^{re} classe. 6 janvier 1879.
17. D^r CHARPENTIER, profess. à la Faculté de médecine. 2 mars 1879.
18. GODFRIN, prof. à l'École supér. de pharmacie. 24 novembre 1879.
19. FLOQUET, professeur à la Faculté des sciences. 19 janvier 1880.
20. ARTH, professeur à la Faculté des sciences. 19 janvier 1880.
21. D^r LEMAIRE, professeur au Lycée. 15 juillet 1880.
22. SADLER, docteur en médecine. 1^{er} décembre 1880.
23. DUMONT, docteur en droit, bibliothécaire en chef de la Bibliothèque
universitaire. 16 janvier 1881.
24. D^r STOEBER, ancien chef de clinique à la Faculté de médecine.
15 mars 1881.
25. VOLMERANGE *, ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite.
15 mars 1881.
26. ANDRÉ, architecte du départ^t de Meurthe-et-Moselle. 1^{er} mars 1882.
27. BLONDLOT, professeur adj. à la Faculté des sciences. 2 juin 1882.
28. HELD, professeur à l'École supérieure de pharmacie. 2 juin 1882.
29. HENRY, professeur à l'École forestière. 1^{er} décembre 1882.
30. D^r VUILLEMIN, chargé de cours à la Faculté de médecine.
1^{er} décembre 1882.
31. HASSE, professeur honoraire de l'École normale d'instituteurs.
1^{er} mars 1883.
32. MILLOT, ancien officier de marine, chargé d'un cours à la Faculté
des sciences. 17 mai 1883.
33. A. DE METZ-NOBLAT, homme de lettres. 3 juillet 1883.
34. BRUNOTTE, professeur agrégé à l'École supérieure de pharmacie.
15 février 1884.
35. KLOBB, professeur agrégé à l'École supérieure de pharmacie.
15 février 1884.
36. CHENUT, licencié ès sciences physiques et naturelles.
18 juillet 1884.
37. Abbé CHEVALIER, licencié ès sciences, professeur à l'École Saint-
Sigisbert. 1^{er} décembre 1884.
38. PÉROT *, intendant militaire en retraite. 16 janvier 1885.
39. RISTON, docteur en droit. 16 janvier 1885.
40. BERTIN, rentier. 16 janvier 1885.

41. GUNTZ, professeur adjoint à la Faculté des sciences. 16 janvier 1885.
42. D^r SAINT-REMY, docteur ès sciences naturelles. 16 janvier 1885.
43. D^r PRENANT, professeur à la Faculté de médecine. 4 mars 1885.
44. CALINON, chef du service commercial aux aciéries de Mont-Saint-Martin, près de Longwy. 1^{er} mai 1885.
45. D^r NICOLAS, professeur à la Faculté de médecine. 16 février 1887.
46. BOPPE *, directeur de l'École forestière. 1^{er} mars 1887.
47. MONAL, pharmacien de 1^{re} classe, licencié ès sciences. 1^{er} mars 1887.
48. DURAND, professeur à l'École primaire supérieure. 1^{er} mars 1887.
49. BAUER *, ingénieur en chef des ponts et chaussées. 1^{er} mars 1887.
50. MER, attaché à la Station de recherches de l'École forestière. 16 mai 1887.
51. D^r BUCQUOY O *, médecin-major de 1^{re} classe au 79^e de ligne. 16 janvier 1888.
52. BARTHÉLEMY, homme de lettres. M. A. 17 mai 1883 ;
M. T. 16 janvier 1888.
53. D^r ROHMER, prof. agr. à la Faculté de médecine. 16 janvier 1888.
54. D^r KNEFFLER, chef de clinique à la Faculté de médecine. 20 février 1888.
55. NOËL, pharmacien de 1^{re} classe. 1^{er} juin 1888.
56. Abbé HARMAND, ancien professeur au Collège de la Malgrange. 16 juin 1888.
57. WOELFLIN, ancien capitaine du génie. 14 janvier 1889.
58. DE SCHAUBENBOURG, avocat à la Cour d'appel. 14 janvier 1889.
59. REUTTINGER, pharmacien de 1^{re} classe. 1^{er} mars 1889.
60. PETIT, professeur à la Faculté des sciences. 3 février 1890.
61. MULLER, agrégé des sciences physiques, chef des travaux chimiques à la Faculté des sciences. 3 février 1890.
62. GUYOT, chimiste. 3 février 1890.
63. MINGUIN, chef des travaux chimiques à la Faculté des sciences. 3 février 1890.
64. DOREZ, pharmacien de 1^{re} classe. 3 février 1890.
65. ROUYER, chimiste. 14 février 1890.
66. MARX O *, inspecteur général honoraire des ponts et chaussées. 16 janvier 1891.
67. THOUX *, ingénieur en chef du canal de la Marne au Rhin. 2 mars 1891.
68. MOUGEL, ingénieur civil, manufacturier à Bayon. 1^{er} avril 1892.
69. IMBEAUX, ingénieur des ponts et chaussées. 1^{er} mai 1892.
70. NICKLÈS, chargé de cours à la Faculté des sciences. 20 juillet 1893.

II. MEMBRES ASSOCIÉS

INSCRITS PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE.

JACQUEMIN *, directeur honoraire de l'École supérieure de pharmacie de Nancy.	M. T. 3 février 1857 ; M. A. 1 ^{er} février 1888.
BERGER-LEVRAULT (Oscar) *, imprimeur à Nancy.	24 mars 1873.
DES ROBERT (Maurice), à Nancy.	15 mai 1886
GAIFFE, constructeur d'appareils de physique à Nancy.	28 janvier 1882.
GOUY DE BELLOCQ, ancien officier d'état-major.	1 ^{er} mars 1886.
D ^r HERRGOTT *, profess. honoraire de la Faculté de médecine de Nancy.	18 novembre 1878.
D ^r HEYDENREICH, doyen de la Faculté de médecine de Nancy.	18 novembre 1878.
LAEDERICH (Ch.), manufacturier à Épinal.	16 janvier 1874.
LANG (B.), manufacturier à Nancy.	16 mars 1880.
LANG (R.), manufacturier à Nancy.	16 mars 1880.
D ^r MACÉ, prof. à la Faculté de médecine de Nancy.	M. T. 1 ^{er} mai 1880.
D ^r LANGLAIS *, médecin en chef à l'Asile de Maréville.	16 janvier 1881.
LANGENHAGEN (de) *, manufacturier à Nancy.	2 mars 1874.
LEDERLIN *, doyen de la Faculté de droit de Nancy.	24 mars 1873.
MARINGER *, maire de Nancy.	1 ^{er} mars 1887.
DE MONTJOIE, propriétaire à Villers-lès-Nancy.	2 mars 1888.
NOËL, pharmacien de 1 ^{re} classe, à Nancy.	1 ^{er} juin 1888.
NORBERG (J.) *, imprimeur à Nancy.	24 mars 1873.
REEB, pharmacien à Strasbourg.	1 ^{er} mars 1887.
WEINMANN, pharmacien de 1 ^{re} classe à Épernay.	2 mars 1888.
WURTZ (E.), membre de la Société de pharmacie de Paris.	1 ^{er} mars 1887.

III. MEMBRES CORRESPONDANTS

A) NATIONAUX.

D ^r BAGNÉRIS, ancien professeur agrégé à la Faculté de médecine de Nancy, à Reims.	M. T. 15 janv. 1884 ; M. C. 14 janv. 1890.
BARDY, pharmacien de 1 ^{re} classe à Saint-Dié.	15 novembre 1880.
BARTET, inspecteur des forêts à Bagnères-de-Luchon.	M. T. 2 mars 1888 ; M. C. février 1892.
BELLEVILLE, colonel en retraite, à Toulouse.	18 mai 1874.
D ^r BECKEL (Eugène) *, prof. agr. à l'ancienne Faculté de médecine de Strasbourg, chirurgien en chef de l'hôpital civil.	M. T. 19 mars 1867.
D ^r BOUCHARD *, professeur à la Faculté de médecine de Bordeaux.	M. T. 2 juin 1869.
BRILLOUIN, professeur à la Faculté des sciences de Toulouse.	M. T. 16 janvier 1881 ; M. C. 15 novembre 1882.

- CASTAN ✱, colonel d'artillerie. M. T. 5 juin 1866; M. C. 5 juin 1867.
- D^r CHRISTIAN ✱, médecin en chef de la Maison nationale de Charenton.
M. T. 22 janvier 1877.
- D^r COLLIGNON, médecin-major de 1^{re} classe. M. T. 9 juin 1879;
M. C. 15 novembre 1881.
- DAUBRÉE C ✱, membre de l'Institut, inspecteur général des mines, professeur au Jardin des Plantes. M. A. 9 avril 1839; M. T. 5 avril 1842;
M. C. août 1861.
- D^r ENGEL, professeur au Conservatoire des arts et métiers, à Paris.
M. T. 5 mai 1875.
- D^r FÉE O ✱, médecin inspecteur de l'armée. M. T. 19 février 1867.
- FIESSINGER, docteur en médecine à Oyonnax (Ain). 1^{er} décembre 1881.
- FRANÇOIS, inspecteur général des mines, à Paris. 9 juin 1868.
- GAY, professeur au Lycée de Montpellier. M. T. 19 février 1867; M. C.
19 juillet 1871.
- D^r GUILLEMIN ✱, médecin principal de l'armée. M. T. 1^{er} juillet
1887; M. C. 14 janvier 1889.
- D^r HARO ✱, médecin principal de l'armée en retraite, à Montpellier.
M. T. 16 avril 1877; M. C. 3 janvier 1881.
- HERRENSCHMIDT, docteur en médecine à Paris. 15 janv. 1867.
- HIRSCH, ingénieur des ponts et chaussées, à Paris. M. T. 5 mai 1873.
- HUGUENY ✱, ancien professeur à la Faculté des sciences de Marseille.
M. T. 5 juillet 1859; M. C. en 1878.
- JOUAN, capitaine de vaisseau, à Cherbourg. 1^{er} décembre 1863.
- JOURDAIN, ancien professeur à la Faculté des sciences de Nancy, à Saint-Waast-la-Hogue (Manche). M. T. en 1877; M. C. 8 décembre 1879.
- KELLER, ingénieur des mines, à Paris. 19 juillet 1871.
- KLEIN, ancien pharmacien à Strasbourg. M. T. 4 juillet 1865.
- D^r KÖBERLÉ O ✱, professeur agrégé à l'ancienne Faculté de médecine de Strasbourg. M. T. 7 juillet 1857.
- D^r KÖHLER, maître de conférences à la Faculté des sciences de Lyon.
M. T. 2 févr. 1880; M. C. 2 déc. 1889.
- D^r LORTET ✱, doyen de la Faculté de médecine de Lyon. Déc. 1868.
- MANGIN ✱, professeur au Lycée Louis-le-Grand, à Paris. M. T. 24 novembre 1879; M. C. 15 novembre 1881.
- D^r MILLARDET, professeur à la Faculté des sciences de Bordeaux.
M. T. 5 mai 1869.
- D^r MONOYER, prof. à la Faculté de médec. de Lyon. M. T. 4 juill. 1865.
- MUNTZ, ingénieur des chemins de fer de l'Est, à Paris. M. T. 5 mai 1873.
- PASTEUR GC ✱, membre de l'Institut, ancien professeur à la Faculté des sciences de Strasbourg. M. T. 8 janvier 1850; M. C. 1854.
- PÉROT, maître de conférences à la Faculté des sciences de Marseille.
M. T. 1^{er} juin 1886; M. C. 15 mai 1889.

- POINCARÉ *, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences de Paris. 1^{er} juin 1891.
 RÆDERER, ingénieur des ponts et chaussées, M. T. 5 mars 1877.
 SAINT-LOUP, doyen de la Faculté des sciences de Clermont-Ferrand. 15 janv. 1867.
 THOUVENIN, professeur à l'École de médecine et de pharmacie de Besançon. M. T. 1^{er} mars 1883; M. C. 15 déc. 1890.
 WILLM, professeur à la Faculté des sciences de Lille. M. T. 8 mai 1867.

B) ÉTRANGERS.

Allemagne.

- BRUCH (Carl), professeur d'anatomie à Offenbach. 5 janvier 1864.
 GEINITZ (H. B.), prof. à l'École polytechnique de Dresde. 5 fév. 1868.
 LUDWIG, ingénieur civil à Darmstadt. 5 juillet 1859.
 SANDBERGER, professeur à l'Université de Würzburg. 4 août 1856.

Angleterre, Écosse, Irlande.

- COLLINS (Matth.), professeur à Dublin. 2^e juin 1869.
 HELLIER-BAILY, paléontologiste, membre de la Commission géologique de l'Irlande. 4 mars 1868.
 MOORE (David), directeur du Jardin botanique de Dublin. 1^{er} août 1865.
 D^r STIRTON (James), à Glasgow. 6 février 1869.

Belgique.

- CRÉPIN, directeur du Jardin botanique de l'État, à Bruxelles. 1^{er} mai 1892.

Brésil.

- GLAZIOU, directeur du Jardin botanique de Rio-Janeiro. 4 mars 1868.

Portugal.

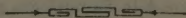
- BARBOZA-DUBOCAGE, membre de l'Académie royale de Lisbonne. 12 mars 1862.
 O CASTELLO DA PAIVA, membre de l'Académie royale de Lisbonne. 4 décembre 1866.

Russie.

- KUTORGA, professeur à Saint-Pétersbourg. 4 juin 1855.

Suède et Norvège.

- ARESCHOU, professeur à l'Université d'Upsal. 11 janvier 1859.



SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

ANNÉE 1894

PREMIÈRE PARTIE

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

Séance du 16 janvier 1894.

Présidence de M. NICOLAS.

Membres présents : MM. Bleicher, Blondlot, Charpentier, Durand, Fliche, Held, Hasse, Hecht, Imbeaux, Millot, Prenant, Vuillemin.

COMMUNICATION.

Anatomie. — M. NICOLAS fait une communication sur les *nouvelles recherches sur les éléments nerveux*.

Renouvellement annuel du bureau :

M. Marx, vice-président, passe de droit à la présidence.

Il est procédé au vote pour l'élection d'un vice-président : M. Godfrin est élu par 14 voix.

M. Hecht est réélu, par acclamation, secrétaire général.

M. Monal est réélu secrétaire annuel par 14 voix.

M. Fliche, membre sortant du conseil d'administration, est réélu par 13 voix.

Par suite de ces votes, le *bureau de la Société* se trouve constitué comme il suit pour 1894 :

Président : M. Marx ;

Vice-Président : M. Godfrin ;

Secrétaire général : M. Hecht ;

Secrétaire annuel : M. Monal ;

Trésorier : M. Held.

Membres du comité d'administration : MM. Charpentier, Schlagdenhauffen, Fliche.

Membres du comité de publication : MM. Millot, Nicolas.

A la suite d'un échange d'opinions, M. Prenant fait la proposition de porter à trois le nombre des membres du comité de publication et d'augmenter les attributions de ce comité, qui, à l'avenir, serait chargé de la rédaction des ordres du jour des séances.

La Société décide que cette proposition sera portée à l'ordre du jour de la prochaine séance, pour y être discutée.

Pour le Secrétaire annuel,
L. HECHT.

Séance du 2 février 1894.

Présidence de M. GODFRIN.

Membres présents : MM. Barthélemy, Bertin, Bleicher, Boppe, Cousin, Fliche, Godfrin, Guntz, Haller, Klobb, Knæpfler, Lemaire, de Metz-Noblat, Monal, Müller, Nicolas, Nicklès, Prenant.

La proposition de porter à trois le nombre des membres du comité de publication est adoptée à la suite du vote des membres présents.

M. Haller est élu, par 13 voix, membre du comité de publication.

COMMUNICATIONS.

I. Chimie. — M. MULLER fait une communication sur la *multirotation des sucres et du glucose en particulier*.

On sait que le pouvoir rotatoire des solutions aqueuses de la plupart des sucres varie avec le temps et ne devient constant, à la température ordinaire, qu'au bout de plusieurs heures. C'est le phénomène de la multirotation. M. Muller a calculé la loi qui régit cette variation, en se basant sur la notion de la masse active ; il a montré que la transformation est une réaction de premier ordre, et il a déterminé pour chaque sucre une constante caractéristique. Cette constante est plus grande pour les pentoses que pour les hexoses et les polysaccharides. (Voir fascicule XXIX, p. 28.)

II. Botanique. — M. GODFRIN expose ses recherches sur une *forme non décrite du bourgeon dans le sapin argenté*.

Dans cette variété de bourgeon, l'enveloppe protectrice n'est pas seulement formée par des écailles, mais est constituée en grande partie par un bourrelet du tissu parenchymateux sous-jacent qui forme une sorte de cupule sur laquelle s'insèrent en outre des écailles protectrices. On retrouve d'ailleurs sur des rameaux âgés des bourrelets

qui sont la trace persistante de ce renflement. (Voir fascicule XXIX, p. 116.)

Le Secrétaire annuel,

E. MONAL.

Séance du 15 février 1894.

Présidence de M. MARX.

Membres présents : MM. Bertin, Bleicher, Blondlot, Cousin, Guntz, Haller, Hecht, Held, Marx, Millot, Monal, Nicolas, Prenant, Wœlflin.

Présentation. — M. HELD fait un rapport sur la candidature de M. Guilloz, docteur en médecine, chef des travaux physiques à la Faculté de médecine de Nancy, qui est élu membre titulaire à l'unanimité.

M. HELD donne lecture du *Compte rendu financier* pour l'année 1893. Ce compte rendu est approuvé.

M. NICOLAS, à la suite de cette lecture, demande que l'excédent de recettes soit employé à dresser un catalogue complet de la bibliothèque de la Société.

M. HECHT rappelle qu'il y a deux ans, pareille proposition avait été faite, mais que l'état financier de la Société n'avait pas permis d'y donner suite. On avait dû se contenter à cette époque de dresser un catalogue manuscrit, qui existe et qu'il serait facile de mettre au courant.

Diverses propositions étant faites pour l'établissement d'un catalogue, la discussion de ce projet est renvoyée à la prochaine séance.

COMMUNICATIONS.

I. Chimie. — M. HALLER fait une communication sur les *produits d'oxydation des benzol et benzylcamphres*.

II. Météorologie. — M. MILLOT fait une communication sur la *marche annuelle moyenne de la pression de l'air à Nancy*.

Dans cette communication qui sera publiée *in extenso* dans le Bulletin annuel (voir fascicule XXIX, p. 1), M. Millot expose et discute la marche annuelle moyenne de la pression de l'air à Nancy, d'après les observations faites à l'observatoire de la Faculté des sciences durant les treize années 1881-1893. Les moyennes mensuelles réduites à zéro et au niveau de la mer sont :

Décembre . . .	764 ^{mm} ,01	} H. 764 ^{mm} ,51	Mars . . .	761 ^{mm} ,79	} P. 761 ^{mm} ,06
Janvier . . .	765 ,04		Avril . . .	759 ,91	
Février . . .	764 ,47		Mai . . .	761 ,48	

Juin.	762 ^{mm} ,14	} E. 76 ^{mm} ,9	Septembre . . .	763 ^{mm} ,08	} A. 762 ^{mm} ,49
Juillet. . . .	762 ,11		Octobre	761 ,64	
Août	762 ,31		Novembre . . .	762 ,74	
Moyenne annuelle : 762 ^{mm} ,56.					

Le Secrétaire annuel,
E. MONAL.

Séance du 1^{er} mars 1894.

Présidence de M. MARX.

Membres présents : MM. Bertin, Blondlot, Boppe, Charpentier, Cousin, Durand, Godfrin, Hasse, Hecht, Knœpfler, Marx, Millot, Monal, Nicolas, de Schauenbourg, Schlagdenhauffen.

M. Jolyet, garde général des forêts, chef des travaux du laboratoire de l'École forestière, est présenté par MM. Boppe, Fliche et Henry.

COMMUNICATION.

Physique. — M. BLONDLOT fait une communication sur la *théorie de la propagation d'un trouble électro-magnétique le long d'un fil métallique.*

Le Secrétaire annuel,
E. MONAL.

Séance du 15 mars 1894.

Présidence de M. MARX.

Membres présents : MM. Boppe, Cousin, Fliche, Godfrin, Haller, Hecht, Henry, Herrgott, Marx, Mer, de Metz-Noblat, Millot, Monal, Vuillemin.

M. le Président informe la Société que, sur l'avis du conseil général des ponts et chaussées, M. le ministre des travaux publics a décerné une médaille d'or de 300 fr. à notre confrère M. Imbeaux, ingénieur des ponts et chaussées, pour son important mémoire sur la *Durance (régime, crues et inondations)*, ouvrage dont M. Imbeaux a fait hommage à la Société des sciences et dont M. Millot, alors président, vous a dit quelques mots en remerciant l'auteur.

Élection. — M. FLICHE fait un rapport sur la candidature de M. Jolyet, garde général des forêts, chef des travaux à l'École forestière de Nancy. M. Jolyet est élu à l'unanimité membre titulaire de la Société.

M. HECHT présente à la Société le catalogue manuscrit de la bibliothèque de la Société. Dressé, il y a deux ans, ce catalogue a été

mis au courant et doit servir à l'établissement du catalogue dont la Société a voté l'impression dans une de ses séances précédentes. M. Hecht demande à la Société de décider si l'on doit conserver l'ordre actuel dans lequel les ouvrages sont classés par langue ou si l'on veut, au contraire, adopter simplement l'ordre alphabétique par noms de villes, sans tenir compte de la langue.

Cette dernière motion est adoptée.

COMMUNICATION.

Botanique. — M. VUILLEMIN fait une communication sur la *rouille des pins*, dans laquelle il décrit une espèce nouvelle, et complète les connaissances que l'on avait sur plusieurs autres.

Le Secrétaire annuel,
E. MONAL.

Séance du 16 avril 1894.

Présidence de M. GODFRIN, vice-président.

Membres présents : MM. Bleicher, Blondlot, Cousin, Durand, Fliche, Godfrin, Hecht, de Metz-Noblat, Millot, Monal, Nicolas, Prenant, Schlagdenhauffen, Wœlfelin.

COMMUNICATIONS.

I. — M. BLEICHER fait une communication sur le *minerai de fer pisolithique, sa structure microscopique, son gisement*.

Le minerai de fer pisolithique possède toujours un squelette siliceux qui a la forme générale du grain, et sert de support au minerai proprement dit. Vu au microscope, le minerai de fer présente une structure bacillaire, les petits bâtonnets rayonnant autour du squelette siliceux. Toutefois, M. Bleicher réserve expressément l'origine de cette structure bacillaire.

A l'appui de sa communication, l'auteur présente à la Société de nombreux échantillons de minerai pisolithique, ainsi que des squelettes siliceux de grains et de coupes microscopiques.

II. — M. PRENANT fait une communication (voir fascicule XXIX, p. 32) sur l'*existence de cellules acidophiles chez l'orvet et le lézard*. (V. Bulletin des séances, n° 1, page 1.)

Le Secrétaire annuel,
E. MONAL.

Séance du 1^{er} mai 1894.

Présidence de M. MARX.

Membres présents : MM. Blondlot, Bichat, Fliche, Friant, Godfrin, Guntz, Haller, Hecht, Klobb, Marx, de Metz-Noblat, Millot, Monal, Nicolas, Prenant.

COMMUNICATIONS.

I. Chimie. — MM. HALLER et MINGUIN font une communication sur les *méthylecyanocamphres isomères*. (Voir fascicule XXIX, page 249.)

II. Zoologie. — M. PRENANT expose ses recherches sur les *cellules à grains (cellules glandulaires?) dans l'épiderme de l'orvet*. (Voir Bulletin des séances, page 5.)

Le Secrétaire annuel,
E. MONAL.

Séance du 16 mai 1894.

Présidence de M. MARX.

Membres présents : MM. Bichat, Blondlot, Brunotte, Charpentier, Cousin, Durand, Fliche, Friant, Godfrin, Guilloz, Haller, Held, Knœpfler, Marx, de Metz-Noblat, Millot, Monal, Nicolas, Riston, Saint-Remy, Wœlfelin.

COMMUNICATION.

Tératologie. — M. NICOLAS présente à la Société un *monstre humain pygomèle*. (Voir Bulletin des séances, n° 2, page 7.)

Le Secrétaire annuel,
E. MONAL.

Séance du 1^{er} juin 1894.

Présidence de M. MARX.

Membres présents : MM. Bleicher, Fliche, Hecht, Knœpfler, Millot, Wœlfelin.

Au début de la séance, M. le Président rend hommage à la mémoire de MM. Bauer et Chenut, dont la Société déplore la perte, et s'exprime en ces termes :

Depuis sa dernière réunion, la Société des sciences a été douloureusement éprouvée. En peu de jours, deux de ses membres, tous deux dans la force de l'âge, lui ont été brusquement ravies.

M. Bauer, ingénieur en chef des ponts et chaussées, était membre titulaire de la Société depuis le 1^{er} mars 1887. Si ses nombreuses occupations ne lui permettaient pas d'assister à nos séances aussi souvent qu'il l'eût voulu, du moins portait-il intérêt à nos travaux et savait-il en apprécier toute la valeur.

M. Chenut, licencié ès sciences physiques et ès sciences naturelles, était membre titulaire depuis le 18 juillet 1884.

Vous vous rappelez les intéressantes communications qu'à plusieurs reprises il fit à la Société sur la géologie des deux versants des Vosges. C'étaient les éléments de sa thèse pour le doctorat dont il était heureux de vous donner les prémices. Il ne lui a pas été permis de la terminer ! C'est en pleine activité scientifique qu'il a été enlevé !

Avec tous ceux qui les ont connus, nous conserverons le souvenir de ces deux estimés et regrettés confrères.

M. BLEICHER rappelle que M. Chenut, dans ses recherches sur la chaîne des Vosges, a eu pour but de déterminer leur lithologie, leur tectonique, les actions dynamiques sous l'influence desquelles elles se sont formées ; il a spécialement établi la prolongation des schistes anciens de Steige et du Val de Villé, en Alsace, sur le versant occidental des Vosges. Les nombreux documents réunis par M. Chenut sur la géologie des Vosges sont pleins d'intérêt.

COMMUNICATION.

Météorologie. — M. MILLOT fait une communication sur la *fréquence relative et les propriétés physiques des différents vents à Nancy.*

Cette communication, basée sur les observations faites pendant treize années (1881 à 1893) à l'observatoire météorologique de Nancy, complète l'étude des valeurs moyennes annuelles des éléments du climat de Nancy (température, pression, humidité de l'air, etc.) poursuivie par M. Millot depuis de longues années. Elle paraîtra dans le Bulletin annuel de la Société pour 1894. (Voir page 7.)

Le Secrétaire général,
L. HECHT.

Séance du 13 juin 1894.

Présidence de M. MARX.

Membres présents : MM. Bleicher, abbé Chevalier, Fliche, Godfrin, Hecht, Marx, Millot, Monal, Prenant, Schlagdenhauffen, Vuillemin, Wœlfelin.

COMMUNICATION.

M. FLICHE fait une communication sur la *flore infracrétacée du nord-est de la France.*

M. Fliche, qui a déjà présenté à la Société le résultat de ses recherches sur les végétaux fossiles du gault, les complète par l'étude de nouvelles espèces ; mais dans cet étage la flore reste exclusivement composée de fougères et de gymnospermes. Au contraire, dans les grès verts supérieurs qui forment la base du crétacé supérieur, il a rencontré pour la première fois des angiospermes. M. Fliche fait circuler des photographies de fruits et de feuilles appartenant à ces dernières plantes, photographies qui doivent être reproduites dans son mémoire, lequel formera le XXX^e fascicule du Bulletin annuel de la Société.

Le Secrétaire annuel,
E. MONAL.

Séance du 2 juillet 1894.

Présidence de M. GODFRIN, vice-président.

Membres présents : MM. Bleicher, Fliche, Godfrin, Hecht, Jolyet, Millot, Monal, Vuillemin.

Le Président informe la Société qu'un nouveau deuil a frappé la Société depuis sa dernière séance ; elle a eu le regret de perdre l'un de ses membres, le docteur Langlois, l'un des médecins en chef de l'asile de Maréville, qui a succombé le 19 juin 1894 ; la Société le comptait parmi ses membres associés depuis le 16 janvier 1881.

COMMUNICATIONS.

Botanique. — 1^o M. GODFRIN fait une communication sur le *trajet des canaux intrarésineux dans les parties caulinaires du sapin argenté.*

2^o M. VUILLEMIN fait une communication sur une *association parasitaire intracellulaire.*

Le Secrétaire annuel,
E. MONAL.

Séance du 16 juillet 1894.

Présidence de M. GODFRIN, vice-président.

Membres présents : MM. Bertin, Boppe, Fliche, Hecht, Jolyet, Klobb, Knœpfler, Nicolas, Prenant, Schlagdenhauffen, Vuillemin.

COMMUNICATIONS.

I. Histologie. — M. PRENANT fait une communication sur le *corpuscule central et la sphère attractive*.

Cette communication paraîtra *in extenso* dans le Bulletin annuel de la Société pour 1894. (Voir fascicule XXIX, page 127, et Bulletin des séances n° 3, page 11.)

II. Chimie. — M. KLOBB fait une communication sur les *combinaisons de la pyridine avec les permanganates*. (Voir Bulletin des séances, page 18.)

Pour le Secrétaire annuel,
L. HECHT.

Séance du 15 novembre 1894.

Présidence de M. GODFRIN, vice-président.

Membres présents : MM. Bertin, Bleicher, Bucquoy, Fliche, Godfrin, Jolyet, Hasse, Hecht, Henry, de Metz-Noblat, Millot, Monal, Schlagenhauffen, Wœllin.

COMMUNICATION.

M. BLEICHER fait une communication sur les *blocs erratiques des environs de Jarménil (Vosges)*.

(Cette communication paraîtra *in extenso* dans le Bulletin annuel de la Société.)

Le Secrétaire annuel,
E. MONAL.

Séance du 1^{er} décembre 1894.

Présidence de M. GODFRIN, vice-président.

Membres présents : MM. Bertin, Bleicher, Boppe, abbé Chevalier, Fliche, Floquet, Godfrin, Hecht, Henry, Jolyet, de Metz-Noblat, Millot, Monal, Prenant, Volmerange, Vuillemin.

COMMUNICATIONS.

I. Sylviculture. — M. HENRY expose les résultats de ses observations sur l'influence de la sécheresse de l'année 1893 sur la végétation forestière en Lorraine.

A la suite de cette communication s'engage une discussion à la-

quelle prennent part MM. Boppe, Fliche, de Metz-Noblat et Millot, au sujet du rôle que joue l'évaporation dans l'épuisement de la réserve d'eau que doit contenir le sol à la suite des pluies printanières et des pluies d'hiver. (Voir fascicule XXIX, page 223.)

II. Botanique. — M. GODFRIN fait une communication sur une *anomalie observée sur un champignon*.

Le Secrétaire annuel,
E. MONAL.

Séance du 17 décembre 1894.

Présidence de M. GODFRIN, vice-président.

Membres présents : MM. Boppe, Bleicher, Fliche, Godfrin, Hecht, Henry, Jolyet, Millot, Prenant, Vuillemin.

COMMUNICATION.

Botanique. — M. VUILLEMIN fait une communication sur un *cas de monstruosité observée sur une fleur de bégonia*.

Le Secrétaire annuel,
E. MONAL.

MARCHE ANNUELLE MOYENNE

DE LA

PRESSIION DE L'AIR A NANCY

Par C. MILLOT

CHARGÉ D'UN COURS COMPLÉMENTAIRE A LA FACULTÉ DES SCIENCES ¹



La pression barométrique, dont les variations incessantes servent presque exclusivement de base aux spéculations de la Météorologie dynamique et à la prévision du temps, n'aurait en Climatologie qu'une importance secondaire si elle n'était en relation intime et réciproque de cause à effet avec les phénomènes, chaleur, humidité, vents, etc., par lesquels se manifestent à nos sens les vicissitudes atmosphériques. Quoi qu'il en soit, nous devons l'examiner à son tour dans la recherche que nous avons entreprise de la marche annuelle moyenne des éléments du climat de Nancy.

Les heures d'observation du baromètre à mercure de la Faculté des sciences ², imposées par les besoins du service des dépêches de la prévision du temps, sont les mêmes que celles des autres instruments : 8 heures du matin et 2 heures de l'après-midi. La demi-somme des nombres obtenus donne la pression qu'aurait indiquée l'instrument à 11 h. 30 m., tandis que la moyenne diurne serait obtenue d'une façon plus approchée par deux lectures faites à des heures équidistantes de midi et demi, ou même par une seule entre midi et 1 heure. Le meilleur résultat serait incontestablement fourni par les nombres recueillis à 9 heures du matin et à 4 heures du soir, instants où se produisent, en

1. Communication faite dans la séance du 15 février 1894.

2. Baromètre marin, à échelle compensée, suspendu à la Cardan; Alvergniat, n° 157. Altitude de la cuvette : 221^m,40.

moyenne, chaque jour, le maximum et le minimum principaux de la double oscillation régulière de la colonne barométrique.

Il semble qu'on pourrait, sans augmenter le nombre des lectures ni changer les heures d'observation, remédier à cette cause d'imperfection en prenant sur la courbe tracée par le baromètre enregistreur de l'Observatoire ¹ les données nécessaires au calcul de la vraie pression moyenne diurne. Cependant on ne serait pas récompensé de cette patiente recherche par une approximation beaucoup plus grande, à cause du peu d'amplitude de la marée diurne du baromètre sous notre latitude ² et de l'impossibilité de maintenir bien réglés les mouvements d'horlogerie qui entrent dans la composition de ce genre d'instruments ³. Les enregistreurs, si précieux pour les recherches de Météorologie dynamique parce qu'ils procurent la *continuité* des variations d'un élément donné, ne rendent pas à la Climatologie proprement dite les services qu'on pourrait croire, puisqu'il faudrait, pour pouvoir se fier d'une façon absolue à leurs indications, rectifier sans cesse leur réglage, en les comparant aux instruments à simple lecture, qui leur servent ainsi d'étalons indispensables.

Notre but étant surtout de comparer la marche annuelle du baromètre à Nancy à celle des autres instruments, il est peut-être préférable de conserver dans tous les cas les mêmes heures d'observation. L'erreur systématique que nous commettons en opérant ainsi, c'est-à-dire en prenant pour moyenne diurne la demi-somme des deux lectures (ramenées à zéro) de 8 heures du matin et 2 heures de l'après-midi, ne modifie en rien l'*allure* de la courbe de la marche annuelle de la pression de l'air, pas plus que ne le fait la réduction de cette pression au niveau de la mer, opération sans laquelle on ne pourrait comparer les observations de Nancy à celles d'autres stations différemment placées en altitude ⁴.

C'est de cette façon qu'ont été obtenus les nombres du tableau de la pression moyenne de chaque jour d'une année normale,

1. Baromètre à mercure de Redier.

2. Cette amplitude est à peine d'un millimètre dans les circonstances où elle est le plus appréciable, c'est-à-dire durant les belles journées d'été.

3. Ils sont au nombre de trois dans le baromètre Redier.

4. Les pressions, ramenées à zéro et au niveau de la mer, sont de plus, quelquefois, corrigées de la variation de la pesanteur avec la latitude; elles sont alors

résultat des 13 années d'observations 1881 à 1893 ; le diagramme joint à ce travail n'en est que la traduction graphique.

Au cours des recherches et des calculs relatifs à la marche annuelle du baromètre, on ne tarde pas à être frappé de la faiblesse des écarts qu'offrent entre elles les moyennes mensuelles, eu égard à la différence que présentent les moyennes diurnes extrêmes de l'année normale et surtout à celle des valeurs extrêmes absolues de la pression de l'air. Le plus grand écart des moyennes mensuelles normales ne s'élève, en effet, qu'à 5^{mm},13 (janvier 765,04, avril 759,91), tandis que les moyennes diurnes extrêmes diffèrent l'une de l'autre de 49^{mm},9 (786,7 le 17 janvier 1882 et 736,8 le 9 décembre 1886) et les extrêmes absolus de 53^{mm},7 (786,8 le 17 janvier 1882 et 733,1 le 20 décembre 1884).

Quand on examine le tableau de la pression moyenne de chaque jour de l'année normale ou la courbe qui parle davantage aux yeux, on voit : 1° que, d'une façon générale, le baromètre est plus bas dans la saison chaude que dans la saison froide ; 2° on constate l'existence d'un maximum principal en janvier et d'un minimum principal en avril ; 3° entre le minimum et le maximum principaux s'interposent un maximum secondaire en septembre et un minimum secondaire en octobre ; 4° on remarque en outre que les variations barométriques d'un jour à l'autre ont leur plus grande amplitude en automne et en hiver, qu'elles sont moins grandes au printemps et surtout en été.

Quelle explication peut-on donner de chacun de ces phénomènes ?

A priori, le baromètre plus bas pendant la saison chaude et plus haut en hiver s'expliquerait tout simplement par la diminution de densité qui résulte de l'échauffement de l'air *libre*, c'est-à-dire non enfermé en vase clos et pouvant, par conséquent, se dilater à son aise. La cause est en réalité plus complexe.

Sans doute l'air atmosphérique est loin de pouvoir être com-

exprimées en millimètres de mercure normal, à la température de zéro, au niveau de la mer et à la latitude de 45 degrés. Cette dernière correction se fait au moyen de la formule : $H_1 = H (1 - 0,00259 \cos \lambda)$, où λ représente la latitude, H la pression réduite à zéro et au niveau de la mer et H_1 la pression corrigée de la variation de la pesanteur avec la latitude. L'approximation dont nous nous contentons nous dispense de ce raffinement.

paré à un gaz enfermé dans un récipient, toutefois l'expansion d'une de ses parties est toujours plus ou moins contrariée par l'inertie et l'élasticité des masses ambiantes, capables d'une résistance de même ordre et qui doivent être refoulées ; de plus, il ne faut jamais perdre de vue la présence constante d'une quantité variable de vapeur d'eau dans l'atmosphère.

Si l'eau se dissolvait dans l'air sans qu'il y eût dilatation aucune du volume gazeux, il est évident que la vapeur ajouterait intégralement son poids et sa force élastique au poids et à la force élastique déjà possédés par le mélange azote et oxygène. D'autre part, si le volume total augmentait, dans tous les cas, jusqu'à ne conserver que l'élasticité première, la densité du mélange air et vapeur deviendrait plus faible, puisque la vapeur pèse moins que l'air, et celui-ci serait toujours d'autant plus léger que son humidité absolue serait plus grande.

La réalité est entre ces deux cas extrêmes, plus près cependant du second que du premier, et la discussion des valeurs moyennes mensuelles de la hauteur barométrique conduit à considérer la pression atmosphérique comme la somme des pressions de l'air sec et de la vapeur, déduction faite d'une certaine diminution de densité par expansion, conséquence de la chaleur qui a favorisé l'évaporation et augmenté ainsi l'humidité absolue de l'air.

En hiver, la quantité de vapeur répandue dans l'atmosphère est faible, il est vrai, mais l'intensité du froid rend l'air très dense et le fait peser lourdement sur le mercure de la cuvette du baromètre. C'est en janvier que la colonne mercurielle atteint sa plus grande hauteur moyenne, en même temps que s'observe le minimum de la température.

En avril, la vapeur est encore plus rare, nous avons dit pourquoi dans un travail précédent, et le relèvement rapide de la température à cette époque de l'année diminue d'une façon très accentuée la densité de l'air, d'où le minimum principal de la pression en avril. Des dépressions de médiocre importance, mais assez fréquentes durant un certain temps après l'équinoxe de mars, contribuent encore à la faiblesse barométrique du printemps.

La chaleur estivale active ensuite d'une façon croissante l'éva-

poration de l'eau libre ou de celle qui imprègne toujours plus ou moins le sol. Le poids et l'augmentation de force élastique de la vapeur compensent l'effet de la dilatation de l'air proprement dit et relèvent peu à peu la pression moyenne jusqu'au maximum de septembre.

La température baisse alors rapidement, ce qui devrait augmenter la densité de l'air. Mais, à ce moment, l'évaporation se ralentit et d'abondantes condensations diminuent la provision de vapeur accumulée pendant l'été ; l'équinoxe d'automne a ramené les grandes oscillations barométriques, les dépressions importantes sont fréquentes en octobre, mois de brouillards et de grande pluviosité, d'où la présence d'un minimum secondaire marqué à cette époque. Après quoi, l'augmentation progressive du froid relève peu à peu la pression jusqu'au maximum principal de janvier.

Quelle est enfin la cause de la différence d'amplitude des oscillations barométriques, d'un jour à l'autre, en hiver et en été ?

Dans la saison froide, les grandes variations de la pression atmosphérique sont dues non seulement à l'importance des tempêtes cycloniques, accompagnées, comme on le sait, d'une baisse considérable du baromètre, mais encore à ce que les mauvais temps alternent avec des périodes de calme et de froid intense (anticyclones), pendant lesquelles la pression reste très élevée. Durant l'été, au contraire, les orages, malgré la violence qu'ils montrent parfois, dépriment de quelques millimètres seulement la colonne mercurielle, encore n'est-ce que d'une façon toute locale, et les écarts de la pression sont plutôt en relation avec les périodes de beau temps et les séries de jours pluvieux.

Pour donner au sujet que nous traitons toute l'ampleur qu'il comporte, il nous resterait à envisager les différences que les moyennes diurnes de la pression offrent d'un jour à l'autre comparativement aux variations quotidiennes des autres éléments météorologiques. Cette étude ne pourra être abordée avec fruit qu'après celle de la fréquence relative des différents vents, à cause des liens étroits qui unissent les mouvements de l'atmosphère à ceux du baromètre.

L'étude des vents fera l'objet de notre prochain travail.

Pression barométrique moyenne à Nancy, ramenée à zéro et au niveau de la mer.

(13 années d'observations : 1881 à 1893.)

JOURS DU MOIS.	JANVIER.	FÉVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAL.	JUN.	JUILLET.	AOUT.	SEPTEMBRE.	OCTOBRE.	NOVEMBRE.	DÉCEMBRE.
1.	766,1	760,9	763,5	761,9	759,7	762,6	763,2	762,6	762,7	759,1	762,0	764,6
2.	65,3	62,8	63,7	60,9	60,1	61,0	64,4	62,5	61,5	61,1	61,6	66,8
3.	65,9	64,0	63,9	60,5	60,4	60,6	63,5	64,7	62,2	63,0	62,0	65,2
4.	65,4	66,1	64,0	66,5	60,5	62,1	62,4	64,6	61,3	62,4	61,9	61,3
5.	64,5	66,8	63,1	58,4	60,8	61,8	60,9	63,2	62,5	61,6	61,9	63,4
6.	64,0	67,7	60,6	58,7	61,8	60,5	61,5	63,1	63,2	61,2	61,3	62,5
7.	64,9	67,9	62,7	58,4	63,5	60,3	62,1	64,8	62,9	62,0	61,9	61,1
8.	64,1	66,1	61,9	58,5	62,8	60,5	61,1	64,3	64,3	62,8	63,5	63,2
9.	65,1	64,3	61,5	59,6	62,5	60,1	61,8	62,8	64,7	60,1	61,8	60,2
10.	65,5	64,3	61,2	60,3	62,8	61,3	61,8	61,5	64,3	59,3	62,1	60,2
11.	63,3	62,8	60,7	59,6	63,5	63,4	61,6	62,5	63,2	59,7	62,6	60,2
12.	63,3	64,4	61,6	59,9	63,0	63,3	60,9	62,7	64,8	59,7	64,0	63,1
13.	63,1	66,5	62,5	58,9	61,1	63,1	61,7	61,1	64,6	59,4	63,3	63,9
14.	62,6	66,0	61,0	59,1	59,6	63,2	61,4	62,8	64,9	62,3	63,2	65,5
15.	63,5	62,9	62,3	59,5	60,5	62,9	61,8	63,0	65,6	61,8	64,6	66,2
16.	64,3	64,4	61,7	59,7	61,1	62,7	60,9	62,8	65,6	61,8	64,6	66,2
17.	67,0	63,3	62,7	60,2	61,5	63,5	60,7	61,5	64,6	64,1	64,2	65,8
18.	66,8	64,4	62,4	60,4	61,3	63,3	61,8	61,3	63,7	62,1	63,5	63,5
19.	67,3	64,2	61,1	61,4	60,6	62,2	62,1	61,8	63,8	61,8	63,3	59,9
20.	66,4	63,2	60,6	62,9	61,8	61,2	62,1	61,5	60,8	62,3	63,9	61,8
21.	67,1	63,3	59,4	63,2	62,4	61,3	62,4	60,8	59,3	62,3	63,9	61,8
22.	65,6	64,9	61,0	61,6	62,3	62,2	63,4	59,1	59,1	61,0	64,3	63,9
23.	65,1	65,9	63,8	60,5	61,9	61,4	63,4	60,7	63,7	62,2	62,8	62,8
24.	68,3	65,3	62,5	59,5	61,7	62,6	61,9	61,1	65,0	61,1	62,9	65,6
25.	67,2	63,9	59,6	58,5	60,5	62,3	61,9	61,4	64,3	61,1	61,0	66,6
26.	65,5	63,2	58,3	58,8	59,5	62,8	61,2	61,0	64,5	61,1	60,4	66,6
27.	65,9	62,9	60,9	59,4	60,2	63,1	62,6	61,4	63,1	60,6	61,6	66,8
28.	65,1	62,7	61,8	58,4	61,0	62,6	63,8	62,1	63,7	61,6	64,1	67,1
29.	64,3	62,3	61,0	62,5	62,5	62,9	64,1	62,0	60,5	63,5	63,5	64,8
30.	64,9	61,0	61,0	59,2	62,6	63,4	61,3	62,8	59,4	64,8	63,0	64,9
31.	63,5	61,3	61,3	62,4	62,4	62,0	62,0	61,9	64,0	64,0	66,7	66,7
Moyennes mensuelles.	765,04	764,47	761,79	759,91	761,48	762,14	762,11	762,31	763,08	761,64	762,74	764,01

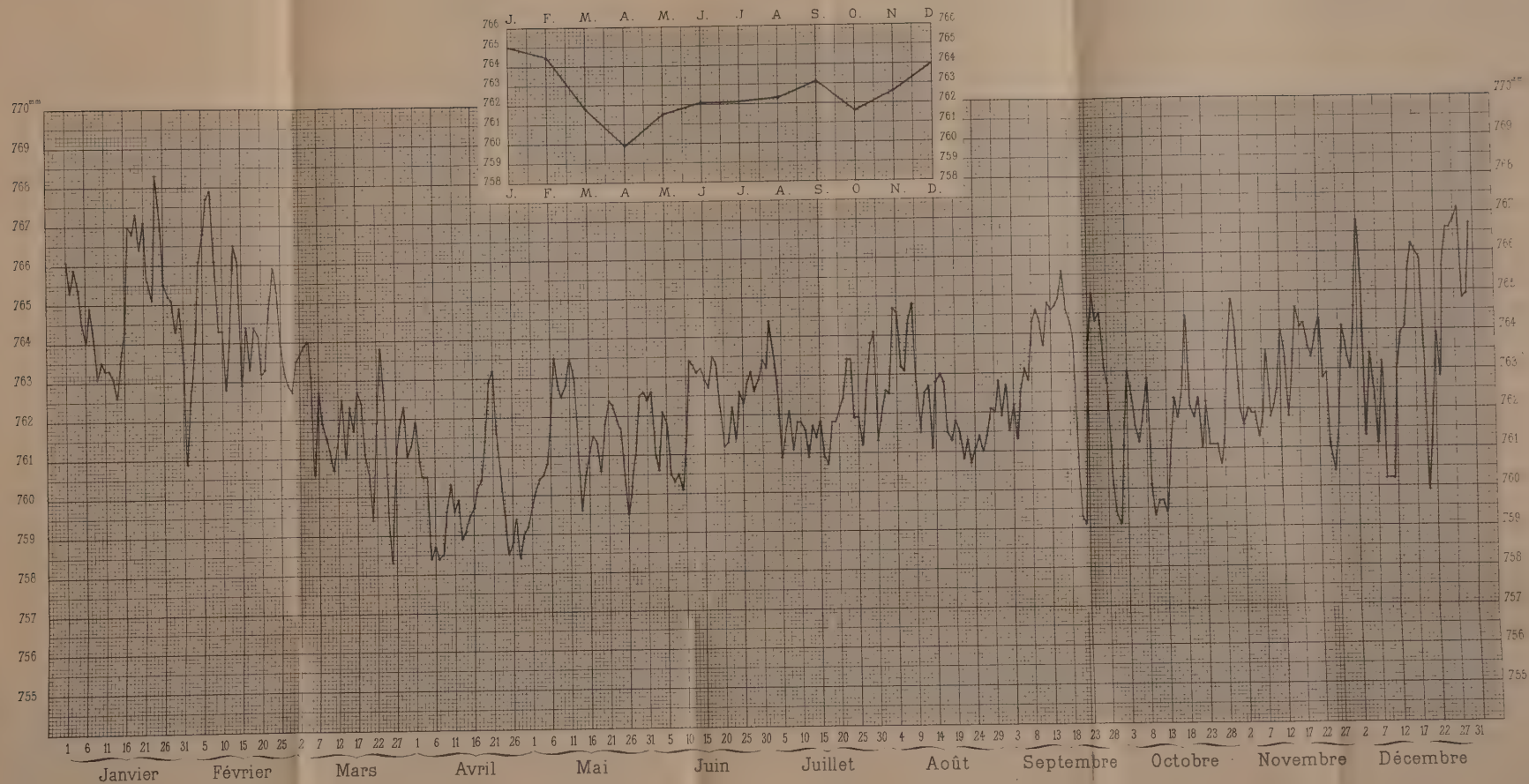
Hiver : 764^{mm},51. Printemps : 761^{mm},06. Été : 762^{mm},19. Automne : 762^{mm},49.Année : 762^{mm},56.

MARCHE ANNUELLE DE LA PRESSION DE L'AIR A NANCY

RAMENÉE A ZÉRO ET AU NIVEAU DE LA MER.

(13 ANNÉES D'OBSERVATIONS: 1881 A 1893)

PAR C. MILLOT.



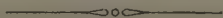
FRÉQUENCE RELATIVE

ET PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

DES DIFFÉRENTS VENTS A NANCY

Par C. MILLOT

CHARGÉ D'UN COURS COMPLÉMENTAIRE A LA FACULTÉ DES SCIENCES



Après avoir établi et discuté la marche annuelle moyenne, jour par jour, de la température, de l'humidité, de la pression barométrique et la répartition de la pluie dans le cours d'une année moyenne à Nancy, nous abordons l'étude des vents.

Le vent — est-il besoin de le rappeler ? — est, après la latitude et l'altitude, le facteur le plus important des climats : le courant atmosphérique dominant donne à une contrée son caractère chaud ou froid, constant ou extrême, clair ou nébuleux, humide ou sec, suivant que l'air vient de la mer ou de l'intérieur d'un continent, d'une latitude plus voisine de l'équateur ou d'une direction polaire et suivant qu'il a ou non franchi une importante chaîne de montagnes. Nul n'ignore que *le vent fait le temps* : c'est, pour la prévision des vicissitudes de l'atmosphère, l'élément météorologique dont il est le plus utile et le plus aisé de suivre les variations.

Dans un premier tableau placé à la suite du texte, nous donnons, exprimée en nombre de jours, la fréquence des différents vents pour chaque mois, chaque saison et dans une année moyenne à Nancy, d'après les observations faites, sous notre direction à la Faculté des sciences, durant seize années (1878 à 1893).

On y remarque de suite la haute prédominance des vents de SO et, d'une façon générale, celle des vents marins ou tropicaux du quadrant SO ($S + SO + O$), en toutes saisons, mais surtout en été, puis en automne. On sait qu'ils amènent un temps humide ou pluvieux, doux en hiver, orageux ou frais en été, et qu'ils sont accompagnés d'une faible pression barométrique. Le vent de SO est par excellence le vent des tempêtes ou, plus simplement, du mauvais temps; il s'établit quand notre contrée se trouve dans le rayon d'action d'une dépression dont le centre est situé au NO de l'Europe.

Après, viennent, dans l'ordre de fréquence, les vents continentaux ou polaires du quadrant NE ($N + NE + E$) qui règnent plus souvent dans la seconde moitié de l'hiver et au printemps: ils accompagnent le beau temps et généralement une pression élevée; ils sont donc secs, chauds durant le jour en été, froids en hiver, dangereux au point de vue des gelées printanières, à cause de la pureté du ciel qui active le rayonnement nocturne après une vive insolation et produit, par conséquent, de grands écarts de température qui peuvent atteindre 25 degrés du lever du soleil à 3 heures de l'après-midi. Le vent de NE souffle quand la pression est plus basse sur la Méditerranée que chez nous, et d'autant plus fort que la pente barométrique est plus grande.

Les vents opposés de SO et de NE, également antagonistes par leurs propriétés physiques et même physiologiques, peut-on dire, car ils affectent différemment l'organisme, se partagent donc presque exclusivement l'année, et leur fréquence relative fait les saisons sèches ou pluvieuses.

Le NO et surtout le SE s'observent, en effet, beaucoup moins souvent: ce sont des vents de passage, de transition, dans la direction desquels se range temporairement la girouette, mais où elle se fixe rarement. Cependant le vent de NO règne quelquefois au printemps concurremment avec le vent de N et celui de NE: il a une force inégale et amène alors les giboulées de neige et de grésil alternant avec des éclaircies. Il porte en Lorraine le nom d'*Ardenne*, tandis que le vent de N aigre s'appelle la *bise* et le vent âpre de NE le *hâle*. Ce dernier, qui souffle ordinairement par période de trois, six ou neuf jours, comme le *mis-*

tral de Provence (NO) dont il a bien des caractères et auquel il se relie par les vents de N de la vallée du Rhône, affecte l'allure d'une brisé solaire : calme la nuit, il se lève peu après le soleil, augmente de force avec la hauteur de cet astre et mollit vers le soir.

Le vent de SE, plus rare et plus transitoire encore que le NO, est généralement faible : il s'observe en été durant l'heure pénible qui précède l'arrivée d'un orage et, en automne, par certains temps de bruine ou de pluie fine. Dans certains cas il lui arrive de donner de la pluie abondamment : c'est quand il appartient à une dépression secondaire d'assez faible diamètre, dont le centre passe au sud de notre pays. Tous les vents d'une direction orientale, même le NE, peuvent être pluvieux (ou neigeux) dans cette circonstance, ou encore par les temps orageux.

Voici les nombres relatifs à la pluviosité moyenne de chaque vent à Nancy, calculés d'après les observations des 16 années, 1878 à 1893 :

VENTS.	NOMBRE de jours de chaque vent dans une année moyenne.	NOMBRE annuel moyen de jours pluvieux par chaque vent.	PROPORTION pour cent de jours pluvieux par chaque vent.	HAUTEUR annuelle moyenne de pluie tombée par chaque vent.	HAUTEUR moyenne d'eau tombée dans un jour pluvieux de chaque vent.
			P. 100.	mm	mm
N	34	10	29	31,8	3,2
NE.	41	5	11	17,7	3,5
E	41	11	27	50,7	4,6
SE.	19	6	31	35,6	5,9
S.	43	35	81	190,7	5,4
SO.	109	64	51	324,4	5,1
O	50	30	60	134,2	4,5
NO.	25	7	28	23,4	3,3
	365	168		808,5	

Les nombres de la quatrième colonne ont été obtenus en divisant les nombres de la troisième par ceux de la seconde. Les nombres de la sixième colonne sont le quotient de la division des nombres de la cinquième par ceux de la troisième.

Les vents d'une direction méridionale ont la plus grande pluviosité, ce qui se conçoit très bien : l'air venu du midi, gagnant

des latitudes de plus en plus septentrionales, se refroidit progressivement, voit augmenter son humidité relative et sa saturation fréquemment réalisée. Au contraire, l'air se réchauffant lorsqu'il marche vers le midi, s'éloigne de son point de saturation ; aussi les vents d'une direction septentrionale sont-ils les moins pluvieux.

Le vent d'E et le vent d'O tiennent le milieu entre ceux du N et du S au point de vue de la pluviosité, le second étant plus humide que le premier parce qu'il vient de l'Océan.

Le tableau suivant montre de quelle quantité les vents de S (SE, S, SO) élèvent *en moyenne* la température à Nancy et de quelle quantité les vents de N (NO, N, NE) l'abaissent.

N	— 2°07	S	+ 1°82
NE	— 1°97	SO	+ 1°22
E	— 0°72	O	+ 0°58
SE	+ 0°56	NO	— 0°96

Le vent marin d'O étant en somme un vent tropical de SO dévié par la rotation de la terre, agit sur la température moyenne dans le même sens que les vents d'une direction méridionale ; le vent continental d'E, qui est un vent polaire de NE dévié par la même cause, abaisse en général la température moyenne comme le font les vents d'une direction septentrionale. Les vents de N à E abaissent plus la température que ne l'élèvent les vents de S à O, ceux-ci compensent leur moindre action par leur plus grande fréquence.

Les nombres suivants donnent l'action de chaque vent sur la pression barométrique moyenne.

N	+ 2 ^{mm} ,4	S	— 3 ^{mm} ,5
NE	+ 2 ,5	SO	— 2 ,1
E	+ 1 ,5	O	+ 0 ,3
SE	— 1 ,8	NO	+ 0 ,9

Enfin l'action des différents vents, exprimée en tant pour cent, sur l'humidité relative de l'air est la suivante :

N	— 0,4 p. 100	S	+ 1,0 p. 100
NE	— 3,2 —	SO	+ 1,7 —
E	— 1,1 —	O	+ 0,7 —
SE	+ 0,5 —	NO	+ 0,7 —

Tous les vents du demi-cercle septentrional de l'horizon, y compris l'E et l'O, élèvent la colonne barométrique ; ceux du quadrant méridional la dépriment. Les vents de N à E dessèchent l'atmosphère, les autres augmentent l'humidité de l'air.

A ces règles générales il y a des exceptions apparentes ou temporaires qu'il est facile d'expliquer ; nous en citerons quelques-unes.

Les vents de S ou de SO, qui amènent le dégel en hiver, peuvent être froids s'ils ont passé sur des neiges dont la France centrale a été couverte par des dépressions secondaires. En été, quand ils rendent le ciel pluvieux, ils atténuent la radiation solaire et rafraichissent le temps durant le jour ; mais l'écran de nuages empêchant la perte de chaleur par rayonnement du sol pendant la nuit, tend à égaliser les températures. Inversement, les vents de N à E, toujours froids en hiver, donnent un libre passage aux rayons du soleil en été, à cause du ciel pur qui les accompagne ; ils élèvent donc la température durant le jour dans la chaude saison, tout en permettant aux nuits d'être très fraîches.

Un vent de la partie N mettant fin brusquement à une période de SO doux et humide, provoque d'abord une précipitation abondante de vapeur, à cause de sa basse température, et peut amener en premier lieu la saturation de l'air. Mais une fois l'eau en excès disparue, les propriétés desséchantes des vents de N ou de NE ne tardent pas à se manifester. Ce phénomène a donné naissance au proverbe :

Quand le Nord va à l'eau,
Il y va à plein seau.

Ce sont des faits de ce genre qui, en rapprochant les nombres extrêmes, rendent moins accentuées, dans les tableaux ci-dessus, les différences de propriétés physiques des vents, différences qui sont beaucoup plus tranchées dans la majorité des cas.

Voici comment tourne habituellement le vent et dans quel ordre ont lieu les changements de temps à Nancy.

Après une série de beaux jours, quand des cirrus viennent blanchir le ciel et que le baromètre a commencé de baisser, le

vent, qui était jusque-là fixé au NE et soufflait assez fort dans le milieu de la journée, tourne à l'E en mollissant, puis au SE où il tombe, en même temps que le ciel se couvre dans le S et que l'air devient plus humide. Après cette période de transition qui peut durer moins de douze heures ou plus d'un jour suivant la rapidité plus ou moins grande de la baisse barométrique, le vent ne tarde pas à se lever du S, à augmenter de force pendant que le ciel achève de se couvrir et que débute la pluie ; puis il tourne au SO et souffle encore plus fort, il pleut à verse, le baromètre descend plus rapidement. Après quelques heures, quelquefois presque un jour entier de ce mauvais temps, la pluie cesse, le vent tombe, des éclaircies laissent voir une certaine étendue de ciel bleu, le baromètre ne baisse plus, il ne remonte pas encore : à ce moment, le centre de la dépression est à sa plus courte distance de l'observateur. Cette accalmie trompeuse peut durer d'une demi-heure à une heure, rarement plus. Une masse de nuages menaçants montant rapidement de l'ONO et disposés parfois de façon à former un arc sombre bandé sur l'horizon¹ vient y mettre fin : une bourrasque violente éclate tout à coup de cette direction, le vent souffle en tempête, l'averse est diluvienne, heureusement de courte durée, une demi-heure au maximum, elle est quelquefois accompagnée de grésil et le tonnerre peut se faire entendre même en hiver ; c'est le *grain de saute*, ainsi appelé par les marins à cause de la saute brusque du vent, du SO à l'ONO, qui le caractérise. Si l'on court à ses instruments, on voit que le baromètre a monté subitement beaucoup : on est entré dans la seconde moitié de la dépression, le centre s'éloigne ; le thermomètre qui montait avant l'arrivée du calme central baisse à ce moment d'une façon rapide, c'est de la neige qui tombe alors en hiver.

Quelquefois, au lieu de sauter brusquement, le vent tourne progressivement du SO à l'OSO, à l'O et à l'ONO ; dans ce cas l'éclaircie centrale, moins tranchée, se révèle seulement par une diminution de la force du vent, par quelques interruptions de la pluie, et le grain de saute par une reprise momentanément plus abondante de la pluie quand le vent, dans sa rotation, franchit l'O.

1. *Grain arqué des marins.*

Si le vent continue à tourner vers le NO, les grains deviennent plus rares et moins forts, les éclaircies plus fréquentes et de plus longue durée, l'air se dessèche. A ce moment et même aussitôt après le grain de saute, il importe de bien suivre les instruments et la marche des nuages pour savoir si le mauvais temps est bien fini. Que le baromètre continue à monter, que la température reste fraîche, que le vent continue sa rotation vers le N et le NE, le retour du beau temps est assuré. Si, au contraire, peu après le grain de saute, le baromètre arrête son mouvement de hausse et redescend, si la température se relève, si le vent, ne dépassant pas l'ONO ou le NO, *recule* ensuite vers le SO ou le S, une seconde dépression arrive, suivant de près la première, et l'on assiste à une répétition des phénomènes que nous venons de décrire. On peut de la sorte égrener un chapelet de dépressions, constituant une période pluvieuse, de durée plus ou moins longue selon le nombre et le diamètre des aires circulaires de basse pression qui se suivent à la file.

Dans la saison chaude, les orages, de courte durée d'ailleurs, ont une allure un peu différente. Ils sont généralement annoncés par du calme, un ciel blanchâtre, une légère baisse barométrique et une chaleur accablante qui semble hors de proportion avec le nombre de degrés lus au thermomètre. La première moitié du tourbillon se passe le plus souvent sans pluie, mais avec une violente bouffée de vent de S sec, chaud, étouffant, qui soulève des nuages de poussière, le ciel est de sinistre apparence ; le bruit du tonnerre, d'abord lointain, va grandissant et c'est au moment précis de la plus courte distance du centre, quand le baromètre commence brusquement son mouvement de hausse, que retentissent les plus fortes détonations électriques et que débute la grêle avec saute de vent à l'O. La température baisse aussitôt, souvent de plus d'une dizaine de degrés ; la grêle dure à peine quelques instants et la pluie lui succède. Si le vent tombe peu après et si la température remonte, un second orage est à craindre ; si le temps reste frais, si le vent continue à souffler de l'O et surtout s'il tourne au NO et au N, le beau temps revient après la pluie qui peut toutefois durer plusieurs heures. On dirait que les orages ont pour mission de rafraîchir le temps, car si le

premier n'a pu le faire, un second survient, un troisième s'il le faut et même un quatrième, jusqu'à ce que ce résultat soit obtenu.

Telle est, en résumé, la relation étroite qui existe entre le vent et les autres phénomènes météorologiques, entre les indications de la girouette et celles des autres instruments.

Pour compléter ce travail, nous avons eu la persévérance de calculer et d'inscrire dans une série de douze tableaux mensuels la fréquence relative de chaque vent, exprimée en tant pour cent, à chacun des jours d'une année moyenne. A l'aide de ces nombres, nous avons dessiné la planche jointe à cet opuscule et destinée à être mise en regard des diagrammes, déjà publiés par nous à la même échelle, donnant la marche annuelle de la température, celle de l'humidité de l'air, de la pression barométrique, la répartition de la pluie dans une année moyenne à Nancy, et à montrer ainsi les relations réciproques qui unissent les divers éléments météorologiques. Seulement, afin d'éviter la confusion qui résulterait de l'enchevêtrement de huit courbes consacrées aux huit vents différents, nous avons réduit leur nombre à deux, en laissant de côté les vents de passage, NO et SE, pour ne nous attacher qu'aux vents dominants, si différents par leurs propriétés physiques, c'est-à-dire ceux du quadrant SO et du quadrant NE, groupés par l'addition des nombres exprimant leur fréquence, de la façon suivante : $SO = S + SO + O$ et $NE = N + NE + E$.

Nous pensons, grâce à la série de mémoires que nous venons de publier, avoir fourni de sérieuses contributions à l'étude du climat de Nancy et, en particulier dans la présente note, des données utiles pour la prévision du temps.

VENTS DE SO (S+SO+O)

VATIONS : 1878 A
MILLOT.

SO: Trait plein.

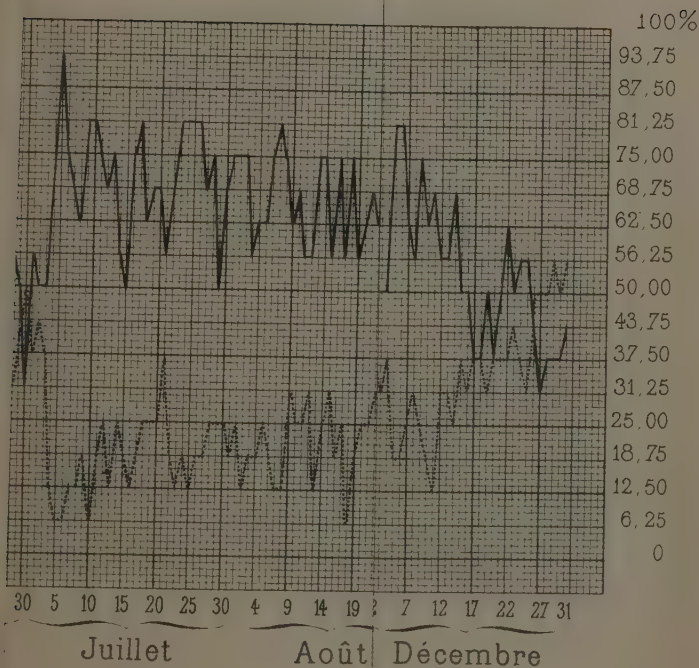


Tableau I.

Fréquence relative des différents vents à Nancy, exprimée
en nombres de jours.

Moyenne de 16 années d'observations : 1878 à 1893.

MOIS, ANNÉE ET SAISONS.	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
	j.	j.	j.	j.	j.	j.	j.	j.
Janvier.	3,0	5,0	4,5	1,3	4,0	8,5	2,7	2,0
Février.	2,7	3,6	4,5	1,5	4,2	6,7	3,4	1,4
Mars.	3,5	5,0	3,8	1,6	3,1	7,0	4,2	2,8
Avril.	3,5	5,3	3,7	1,8	3,0	6,4	4,0	2,3
Mai.	3,1	3,8	3,8	1,7	3,6	7,9	4,7	2,4
Juin.	2,6	2,9	2,9	1,6	2,3	8,7	6,2	2,8
Juillet.	2,4	2,1	1,8	1,3	3,2	12,8	5,6	1,8
Août.	1,5	2,4	2,8	1,3	3,4	11,6	5,7	2,3
Septembre. . . .	3,4	2,9	3,4	1,5	3,6	9,7	3,9	1,6
Octobre.	3,0	3,2	3,6	1,5	4,4	9,7	3,8	1,8
Novembre.	2,5	3,0	3,8	2,3	4,6	9,3	2,9	1,6
Décembre.	3,1	4,7	2,9	1,9	3,6	10,3	2,5	2,0
Année	34,3	43,9	41,5	19,3	43,0	108,6	49,6	24,8
Hiver	8,8	13,3	11,9	4,7	11,8	25,5	8,6	5,4
Printemps. . . .	10,1	14,1	11,3	5,1	9,7	21,3	12,9	7,5
Été.	6,5	7,4	7,5	4,2	8,9	33,1	17,5	6,9
Automne.	8,9	9,1	10,8	5,3	12,6	28,7	10,6	5,0

Tableau II.

Fréquence relative des différents vents à Nancy, exprimée
en tant pour cent.

Moyenne de 16 années d'observations : 1878 à 1893.

Janvier.

JOURS du mois.	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1 . . .	6,25	25,00	25,00	»	6,25	25,00	12,50	»
2 . . .	6,25	18,75	18,75	6,25	6,25	31,25	12,50	»
3 . . .	»	6,25	»	6,25	25,00	37,50	12,50	12,50
4 . . .	6,25	12,50	6,25	12,50	6,25	37,50	12,50	6,25
5 . . .	18,75	6,25	12,50	6,25	18,75	12,50	18,75	6,25
6 . . .	6,25	12,50	18,75	»	12,50	50,00	»	»
7 . . .	12,50	12,50	18,75	6,25	18,75	25,00	»	6,25
8 . . .	6,25	6,25	18,75	6,25	18,75	31,25	»	12,50
9 . . .	6,25	6,25	31,25	12,50	18,75	25,00	»	»
10 . . .	12,50	18,75	12,50	»	12,50	25,00	6,25	12,50
11 . . .	18,75	31,25	12,50	6,25	»	18,75	6,25	6,25
12 . . .	18,75	18,75	12,50	»	»	25,00	12,50	12,50
13 . . .	18,75	12,50	25,00	»	12,50	18,75	6,25	6,25
14 . . .	6,25	18,75	6,25	12,50	»	31,25	12,50	12,50
15 . . .	»	37,50	12,50	»	»	18,75	25,00	6,25
16 . . .	12,50	25,00	18,75	»	6,25	31,25	6,25	»
17 . . .	12,50	25,00	18,75	»	6,25	31,25	6,25	»
18 . . .	31,25	25,00	6,25	6,25	12,50	6,25	6,25	6,25
19 . . .	18,75	31,25	6,25	»	6,25	25,00	6,25	6,25
20 . . .	»	31,25	6,25	12,50	12,50	18,75	6,25	12,50
21 . . .	6,25	6,25	18,75	6,25	12,50	25,00	18,75	6,25
22 . . .	12,50	12,50	18,75	6,25	6,25	25,00	18,75	»
23 . . .	18,75	12,50	12,50	»	6,25	37,50	12,50	»
24 . . .	»	18,75	12,50	»	12,50	18,75	18,75	18,75
25 . . .	6,25	12,50	18,75	6,25	18,75	25,00	6,25	6,25
26 . . .	12,50	12,50	18,75	»	18,75	18,75	12,50	6,25
27 . . .	12,50	»	25,00	»	31,25	25,00	»	6,25
28 . . .	»	6,25	12,50	12,50	18,75	25,00	12,50	12,50
29 . . .	»	12,50	12,50	6,25	6,25	56,25	»	6,25
30 . . .	»	12,50	6,25	»	18,75	50,00	6,25	6,25
31 . . .	12,50	12,50	12,50	»	37,50	25,00	»	»

Tableau III.

Fréquence relative des différents vents à Nancy, exprimée
en tant pour cent.

Moyenne de 16 années d'observations : 1878 à 1893.

Février.

JOURS du mois.	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1 . . .	6,25	6,25	25,00	6,25	18,75	18,75	18,75	»
2 . . .	6,25	6,25	25,00	6,25	12,50	25,00	18,75	»
3 . . .	12,50	25,00	»	6,25	18,75	25,00	6,25	6,25
4 . . .	18,75	6,25	12,50	»	18,75	18,75	18,75	6,25
5 . . .	25,00	18,75	»	6,25	6,25	25,00	6,25	12,50
6 . . .	12,50	6,25	25,00	»	»	18,75	18,75	18,75
7 . . .	»	25,00	18,75	6,25	12,50	25,00	12,50	»
8 . . .	»	25,00	18,75	6,25	»	37,50	12,50	»
9 . . .	6,25	18,75	18,75	6,25	18,75	18,75	12,50	»
10 . . .	6,25	6,25	25,00	6,25	18,75	31,25	6,25	»
11 . . .	6,25	6,25	12,50	6,25	18,75	31,25	12,50	6,25
12 . . .	6,25	12,50	6,25	12,50	18,75	18,75	18,75	6,25
13 . . .	6,25	18,75	»	6,25	31,25	18,75	6,25	12,50
14 . . .	6,25	6,25	12,50	6,25	31,25	12,50	25,00	»
15 . . .	»	»	25,00	12,50	31,25	6,25	25,00	»
16 . . .	6,25	»	25,00	6,25	18,75	12,50	25,00	6,25
17 . . .	6,25	6,25	18,75	»	12,50	18,75	18,75	18,75
18 . . .	6,25	»	31,25	»	12,50	31,25	12,50	6,25
19 . . .	6,25	12,50	12,50	6,25	18,75	31,25	6,25	6,25
20 . . .	6,25	12,50	6,25	6,25	12,50	37,50	12,50	6,25
21 . . .	6,25	12,50	12,50	6,25	18,75	31,25	»	12,50
22 . . .	12,50	18,75	18,75	»	12,50	31,25	6,25	»
23 . . .	12,50	31,25	12,50	»	12,50	31,25	»	»
24 . . .	18,75	18,75	18,75	6,25	25,00	6,25	6,25	»
25 . . .	12,50	18,75	12,50	»	6,25	31,25	12,50	6,25
26 . . .	31,25	6,25	12,50	6,25	12,50	12,50	12,50	6,25
27 . . .	12,50	25,00	18,75	»	»	37,50	»	6,25
28 . . .	18,75	6,25	25,00	6,25	6,25	31,25	6,25	»

Tableau IV.

Fréquence relative des différents vents à Nancy, exprimée
en tant pour cent.

Moyenne de 16 années d'observations : 1878 à 1893.

Mars.

JOURS du mois.	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1 . . .	6,25	12,50	12,50	»	6,25	31,25	31,25	»
2 . . .	12,50	18,75	12,50	»	6,25	31,25	18,75	»
3 . . .	12,50	18,75	6,25	»	25,00	6,25	12,50	18,75
4 . . .	6,25	31,25	6,25	12,50	6,25	18,75	18,75	»
5 . . .	12,50	18,75	»	6,25	6,25	43,75	6,25	6,25
6 . . .	»	12,50	6,25	»	6,25	50,00	6,25	18,75
7 . . .	12,50	6,25	6,25	6,25	»	31,25	18,75	18,75
8 . . .	18,75	12,50	12,50	»	12,50	31,25	12,50	»
9 . . .	6,25	18,75	12,50	»	6,25	37,50	6,25	12,50
10 . . .	12,50	12,50	12,50	6,25	6,25	12,50	25,00	12,50
11 . . .	»	6,25	6,25	18,75	18,75	31,25	6,25	12,50
12 . . .	6,25	12,50	12,50	18,75	6,25	31,25	»	12,50
13 . . .	6,25	31,25	12,50	12,50	6,25	12,50	12,50	6,25
14 . . .	43,75	6,25	12,50	12,50	6,25	12,50	6,25	»
15 . . .	12,50	»	25,00	6,25	18,75	12,50	12,50	12,50
16 . . .	18,75	12,50	25,00	12,50	6,25	6,25	12,50	6,25
17 . . .	6,25	25,00	18,75	6,25	6,25	12,50	25,00	»
18 . . .	»	25,00	12,50	6,25	6,25	25,00	12,50	12,50
19 . . .	12,50	18,75	18,75	»	12,50	6,25	12,50	18,75
20 . . .	12,50	18,75	12,50	12,50	6,25	6,25	18,75	12,50
21 . . .	6,25	18,75	»	»	18,75	37,50	6,25	12,50
22 . . .	12,50	25,00	»	»	6,25	12,50	25,00	18,75
23 . . .	25,00	31,25	6,25	6,25	12,50	6,25	»	12,50
24 . . .	6,25	18,75	18,75	6,25	12,50	18,75	12,50	6,25
25 . . .	12,50	6,25	18,75	6,25	12,50	31,25	12,50	»
26 . . .	6,25	12,50	12,50	»	12,50	25,00	25,00	6,25
27 . . .	»	»	25,00	6,25	25,00	25,00	12,50	6,25
28 . . .	12,50	6,25	18,75	»	6,25	31,25	18,75	6,25
29 . . .	18,75	18,75	6,25	»	12,50	12,50	25,00	6,25
30 . . .	25,00	12,50	6,25	»	6,25	25,00	12,50	12,50
31 . . .	6,25	25,00	18,75	»	18,75	25,00	»	6,25

Tableau V.

Fréquence relative des différents vents à Nancy, exprimée
en tant pour cent.

Moyenne de 16 années d'observations : 1878 à 1893.

Avril.

JOURS du mois.	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1 . . .	»	6,25	31,25	6,25	6,25	31,25	6,25	12,50
2 . . .	18,75	6,25	25,00	6,25	12,50	12,50	12,50	6,25
3 . . .	31,25	12,50	18,75	12,50	6,25	12,50	6,25	»
4 . . .	6,25	31,25	12,50	18,75	18,75	6,25	»	6,25
5 . . .	18,75	12,50	25,00	12,50	»	25,00	6,25	»
6 . . .	12,50	25,00	6,25	6,25	12,50	12,50	25,00	»
7 . . .	18,75	12,50	18,75	»	»	37,50	6,25	6,25
8 . . .	6,25	18,75	31,25	»	»	25,00	12,50	6,25
9 . . .	»	37,50	18,75	»	6,25	18,75	12,50	6,25
10 . . .	»	31,25	12,50	»	12,50	25,00	12,50	6,25
11 . . .	18,75	18,75	12,50	12,50	6,25	6,25	18,75	6,25
12 . . .	18,75	25,00	6,25	6,25	6,25	18,75	12,50	6,25
13 . . .	31,25	12,50	12,50	6,25	18,75	6,25	»	12,50
14 . . .	6,25	12,50	25,00	6,25	12,50	6,25	12,50	18,75
15 . . .	12,50	12,50	37,50	6,25	6,25	12,50	12,50	»
16 . . .	12,50	18,75	6,25	12,50	»	31,25	18,75	»
17 . . .	12,50	12,50	6,25	»	»	37,50	25,00	6,25
18 . . .	6,25	25,00	6,25	12,50	18,75	18,75	12,50	»
19 . . .	6,25	12,50	6,25	»	18,75	18,75	12,50	25,00
20 . . .	»	25,00	»	6,25	12,50	12,50	25,00	18,75
21 . . .	18,75	12,50	6,25	»	»	37,50	25,00	»
22 . . .	»	25,00	6,25	12,50	»	31,25	18,75	6,25
23 . . .	6,25	12,50	»	»	12,50	25,00	25,00	18,75
24 . . .	6,25	18,75	»	»	12,50	31,25	25,00	6,25
25 . . .	6,25	25,00	»	6,25	18,75	31,25	12,50	»
26 . . .	12,50	18,75	»	»	6,25	37,50	6,25	18,75
27 . . .	18,75	12,50	12,50	»	18,75	6,25	12,50	18,75
28 . . .	12,50	12,50	6,25	18,75	18,75	18,75	6,25	6,25
29 . . .	18,75	18,75	12,50	»	6,25	25,00	12,50	6,25
30 . . .	12,50	6,25	12,50	12,50	18,75	18,75	12,50	6,25

Tableau VI.

Fréquence relative des différents vents à Nancy, exprimée
en tant pour cent.

Moyenne de 16 années d'observations : 1878 à 1893.

Mai.

JOURS du mois.	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1 . . .	12,50	18,75	6,25	12,50	18,75	25,00	6,25	»
2 . . .	6,25	12,50	6,25	12,50	25,00	25,00	12,50	»
3 . . .	»	12,50	18,75	12,50	6,25	12,50	31,25	6,25
4 . . .	6,25	12,50	18,75	»	12,50	25,00	6,25	18,75
5 . . .	6,25	18,75	12,50	6,25	6,25	25,00	12,50	12,50
6 . . .	18,75	6,25	25,00	6,25	6,25	12,50	12,50	12,50
7 . . .	18,75	12,50	6,25	»	6,25	25,00	18,75	12,50
8 . . .	18,75	18,75	12,50	12,50	»	12,50	18,75	6,25
9 . . .	25,00	12,50	6,25	6,25	12,50	12,50	12,50	12,50
10 . . .	18,75	18,75	12,50	»	6,25	18,75	12,50	12,50
11 . . .	6,25	18,75	12,50	6,25	6,25	25,00	12,50	12,50
12 . . .	12,50	31,25	12,50	12,50	»	12,50	12,50	6,25
13 . . .	12,50	31,25	12,50	»	12,50	12,50	6,25	12,50
14 . . .	18,75	6,25	18,75	6,25	12,50	6,25	18,75	12,50
15 . . .	»	18,75	6,25	6,25	18,75	25,00	18,75	6,25
16 . . .	6,25	12,50	6,25	6,25	6,25	50,00	12,50	»
17 . . .	12,50	»	6,25	6,25	12,50	31,25	25,00	6,25
18 . . .	6,25	6,25	6,25	6,25	18,75	25,00	25,00	6,25
19 . . .	»	6,25	6,25	6,25	25,00	37,50	18,75	»
20 . . .	»	6,25	18,75	6,25	12,50	43,75	12,50	»
21 . . .	25,00	»	31,25	»	6,25	25,00	6,25	6,25
22 . . .	12,50	6,25	12,50	6,25	6,25	25,00	12,50	18,75
23 . . .	»	18,75	25,00	6,25	»	31,25	12,50	6,25
24 . . .	6,25	6,25	18,75	6,25	12,50	37,50	12,50	»
25 . . .	6,25	6,25	6,25	»	25,00	37,50	12,50	6,25
26 . . .	6,25	6,25	»	»	12,50	50,00	»	25,00
27 . . .	6,25	18,75	6,25	6,25	25,00	31,25	6,25	»
28 . . .	12,50	6,25	12,50	6,25	18,75	25,00	18,75	»
29 . . .	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	31,25	31,25	6,25
30 . . .	12,50	12,50	12,50	»	18,75	25,00	12,50	6,25
31 . . .	12,50	12,50	18,75	»	6,25	6,25	37,50	6,25

Tableau VII.

Fréquence relative des différents vents à Nancy, exprimée
en tant pour cent.

Moyenne de 16 années d'observations : 1878 à 1893.

Juin.

JOURS du mois.	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1 . . .	31,25	6,25	12,50	»	6,25	12,50	31,25	»
2 . . .	12,50	18,75	25,00	»	»	25,00	6,25	12,50
3 . . .	6,25	»	25,00	6,25	12,50	18,75	31,25	»
4 . . .	»	6,25	»	6,25	18,75	37,50	6,25	25,00
5 . . .	»	6,25	6,25	6,25	18,75	12,50	50,00	»
6 . . .	12,50	6,25	»	6,25	6,25	37,50	18,75	12,50
7 . . .	6,25	6,25	6,25	»	12,50	43,75	18,75	6,25
8 . . .	»	12,50	»	12,50	6,25	43,75	12,50	12,50
9 . . .	12,50	12,50	6,25	»	18,75	37,50	12,50	»
10 . . .	12,50	12,50	»	12,50	12,50	31,25	12,50	6,25
11 . . .	6,25	6,25	»	»	12,50	31,25	25,00	18,75
12 . . .	12,50	18,75	»	6,25	12,50	31,25	12,50	6,25
13 . . .	6,25	12,50	12,50	6,25	»	18,75	37,50	6,25
14 . . .	»	12,50	12,50	6,25	»	18,75	37,50	12,50
15 . . .	12,50	6,25	12,50	»	»	25,00	31,25	12,50
16 . . .	18,75	»	6,25	»	»	18,75	31,25	25,00
17 . . .	12,50	18,75	6,25	6,25	12,50	25,00	6,25	12,50
18 . . .	»	18,75	25,00	6,25	»	18,75	18,75	12,50
19 . . .	6,25	»	6,25	12,50	6,25	37,50	18,75	12,50
20 . . .	12,50	12,50	»	6,25	6,25	31,25	25,00	6,25
21 . . .	6,25	»	6,25	6,25	»	25,00	31,25	25,00
22 . . .	6,25	12,50	12,50	»	18,75	43,75	6,25	»
23 . . .	12,50	6,25	12,50	6,25	12,50	43,75	6,25	»
24 . . .	6,25	12,50	6,25	12,50	6,25	31,25	25,00	»
25 . . .	12,50	6,25	6,25	6,25	6,25	31,25	12,50	18,75
26 . . .	6,25	6,25	6,25	6,25	12,50	37,50	25,00	»
27 . . .	12,50	12,50	12,50	6,25	»	25,00	25,00	6,25
28 . . .	»	12,50	18,75	»	»	25,00	31,25	12,50
29 . . .	6,25	12,50	18,75	12,50	»	37,50	12,50	»
30 . . .	6,25	18,75	25,00	»	6,25	18,75	6,25	18,75

Tableau VIII.

Fréquence relative des différents vents à Nancy, exprimée
en tant pour cent.

Moyenne de 16 années d'observations : 1878 à 1893.

Juillet.

JOURS du mois.	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1 . . .	18,75	12,50	6,25	»	12,50	18,75	25,00	6,25
2 . . .	12,50	12,50	18,75	6,25	6,25	25,00	18,75	»
3 . . .	12,50	6,25	18,75	6,25	12,50	18,75	18,75	6,25
4 . . .	»	12,50	»	6,25	12,50	37,50	18,75	12,50
5 . . .	6,25	»	»	»	18,75	43,75	31,25	»
6 . . .	»	6,25	»	»	6,25	37,50	31,25	18,75
7 . . .	»	»	12,50	6,25	12,50	50,00	6,25	12,50
8 . . .	»	12,50	»	25,00	12,50	37,50	12,50	»
9 . . .	12,50	6,25	»	»	31,25	37,50	12,50	»
10 . . .	6,25	»	»	12,50	6,25	50,00	25,00	»
11 . . .	»	6,25	12,50	»	6,25	56,25	12,50	6,25
12 . . .	6,25	6,25	12,50	»	12,50	43,75	12,50	6,25
13 . . .	6,25	»	6,25	6,25	12,50	50,00	12,50	6,25
14 . . .	25,00	»	»	6,25	6,25	31,25	18,75	12,50
15 . . .	6,25	6,25	6,25	12,50	6,25	31,25	12,50	18,75
16 . . .	6,25	6,25	»	12,50	»	62,50	12,50	»
17 . . .	6,25	12,50	»	»	18,75	50,00	12,50	»
18 . . .	6,25	12,50	6,25	6,25	»	25,00	37,50	6,25
19 . . .	»	12,50	12,50	6,25	12,50	37,50	18,75	»
20 . . .	12,50	12,50	»	»	12,50	37,50	18,75	6,25
21 . . .	25,00	6,25	6,25	»	6,25	37,50	12,50	6,25
22 . . .	6,25	»	12,50	6,25	»	43,75	25,00	6,25
23 . . .	»	6,25	6,25	»	12,50	50,00	18,75	6,25
24 . . .	6,25	6,25	6,25	»	6,25	62,50	12,50	»
25 . . .	6,25	6,25	»	6,25	6,25	56,25	18,75	»
26 . . .	12,50	6,25	»	»	6,25	56,25	18,75	»
27 . . .	»	6,25	12,50	»	18,75	37,50	12,50	12,50
28 . . .	6,25	12,50	6,25	»	6,25	56,25	12,50	»
29 . . .	18,75	6,25	»	6,25	6,25	25,00	18,75	18,75
30 . . .	6,25	6,25	12,50	»	12,50	31,25	25,00	6,25
31 . . .	6,25	6,25	6,25	»	12,50	43,75	18,75	6,25

Tableau IX.

Fréquence relative des différents vents à Nancy, exprimée
en tant pour cent.

Moyenne de 16 années d'observations : 1878 à 1893.

Août.

JOURS du mois.	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1 . . .	6,25	12,50	6,25	»	6,25	37,50	31,25	»
2 . . .	»	6,25	6,25	»	»	56,25	18,75	12,50
3 . . .	6,25	6,25	6,25	6,25	»	31,25	25,00	18,75
4 . . .	»	12,50	6,25	12,50	»	25,00	37,50	6,25
5 . . .	12,50	12,50	»	6,25	6,25	37,50	18,75	6,25
6 . . .	»	»	18,75	»	12,50	18,75	43,75	12,50
7 . . .	6,25	»	6,25	»	»	50,00	31,25	6,25
8 . . .	»	6,25	6,25	»	6,25	43,75	25,00	12,50
9 . . .	6,25	6,25	18,75	6,25	6,25	50,00	6,25	»
10 . . .	6,25	6,25	12,50	6,25	31,25	31,25	6,25	»
11 . . .	12,50	12,50	»	6,25	12,50	31,25	12,50	12,50
12 . . .	12,50	12,50	6,25	12,50	6,25	31,25	18,75	»
13 . . .	6,25	6,25	»	»	18,75	43,75	12,50	12,50
14 . . .	18,75	»	6,25	»	6,25	37,50	31,25	»
15 . . .	6,25	6,25	18,75	6,25	6,25	43,75	6,25	6,25
16 . . .	6,25	12,50	»	6,25	12,50	50,00	12,50	»
17 . . .	»	12,50	12,50	6,25	12,50	31,25	12,50	12,50
18 . . .	»	»	6,25	6,25	12,50	56,25	6,25	12,50
19 . . .	»	6,25	12,50	»	18,75	31,25	6,25	25,00
20 . . .	6,25	18,75	»	6,25	6,25	31,25	25,00	6,25
21 . . .	6,25	6,25	12,50	»	25,00	31,25	12,50	6,25
22 . . .	»	18,75	12,50	»	»	50,00	12,50	6,25
23 . . .	»	12,50	12,50	6,25	25,00	12,50	25,00	6,25
24 . . .	6,25	»	12,50	6,25	12,50	31,25	31,25	»
25 . . .	»	12,50	6,25	6,25	25,00	31,25	12,50	6,25
26 . . .	»	»	12,50	6,25	12,50	25,00	31,25	12,50
27 . . .	6,25	»	6,25	»	25,00	31,25	12,50	18,75
28 . . .	»	6,25	18,75	»	12,50	50,00	12,50	»
29 . . .	»	12,50	12,50	»	18,75	43,75	12,50	»
30 . . .	6,25	12,50	6,25	6,25	6,25	43,75	18,75	»
31 . . .	6,25	»	18,75	12,50	»	50,00	»	12,50

Tableau X.

Fréquence relative des différents vents à Nancy, exprimée
en tant pour cent.

Moyenne de 16 années d'observations : 1878 à 1893.

Septembre.

JOURS du mois.	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1 . . .	31,25	6,25	»	»	6,25	37,50	6,25	12,50
2 . . .	12,50	6,25	12,50	6,25	12,50	31,25	12,50	6,25
3 . . .	18,75	»	25,00	6,25	18,75	31,25	»	»
4 . . .	»	12,50	25,00	»	12,50	25,00	12,50	12,50
5 . . .	12,50	6,25	6,25	6,25	18,75	31,25	6,25	12,50
6 . . .	6,25	25,00	»	»	12,50	37,50	18,75	»
7 . . .	12,50	6,25	»	6,25	18,75	43,75	6,25	6,25
8 . . .	12,50	12,50	12,50	6,25	»	31,25	18,75	6,25
9 . . .	»	18,75	6,25	»	12,50	31,25	12,50	18,75
10 . . .	12,50	18,75	18,75	»	12,50	25,00	12,50	»
11 . . .	6,25	12,50	12,50	12,50	6,25	43,75	6,25	»
12 . . .	6,25	12,50	25,00	6,25	»	37,50	12,50	»
13 . . .	»	25,00	12,50	»	6,25	37,50	12,50	6,25
14 . . .	»	6,25	12,50	6,25	18,75	25,00	25,00	6,25
15 . . .	18,75	6,25	18,75	18,75	12,50	18,75	»	6,25
16 . . .	6,25	12,50	18,75	6,25	25,00	25,00	6,25	»
17 . . .	18,75	6,25	12,50	18,75	»	31,25	12,50	»
18 . . .	12,50	18,75	12,50	12,50	6,25	31,25	6,25	»
19 . . .	»	6,25	25,00	»	25,00	37,50	6,25	»
20 . . .	12,50	6,25	12,50	»	18,75	37,50	12,50	»
21 . . .	18,75	6,25	6,25	6,25	12,50	31,25	18,75	»
22 . . .	6,25	6,25	12,50	6,25	6,25	50,00	6,25	6,25
23 . . .	6,25	12,50	»	»	»	56,25	18,75	6,25
24 . . .	12,50	18,75	6,25	»	»	37,50	18,75	6,25
25 . . .	12,50	»	6,25	»	»	12,50	37,50	31,25
26 . . .	18,75	12,50	25,00	12,50	6,25	12,50	12,50	»
27 . . .	12,50	»	12,50	»	12,50	31,25	25,00	6,25
28 . . .	18,75	»	6,25	»	18,75	25,00	31,25	»
29 . . .	18,75	»	»	6,25	25,00	31,25	12,50	6,25
30 . . .	18,75	6,25	»	»	37,50	31,25	6,25	»

Tableau XI.

Fréquence relative des différents vents à Nancy, exprimée
en tant pour cent.

Moyenne de 16 années d'observations : 1878 à 1893.

Octobre.

JOURS du mois	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1 . . .	12,50	6,25	»	6,25	12,50	31,25	31,25	»
2 . . .	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	31,25	18,75	18,75
3 . . .	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	50,00	12,50	6,25
4 . . .	12,50	18,75	»	6,25	12,50	25,00	6,25	18,75
5 . . .	18,75	12,50	25,00	»	18,75	6,25	6,25	12,50
6 . . .	12,50	6,25	12,50	»	37,50	18,75	»	12,50
7 . . .	6,25	12,50	12,50	6,25	12,50	37,50	12,50	»
8 . . .	12,50	12,50	12,50	6,25	18,75	18,75	18,75	6,25
9 . . .	»	12,50	18,75	12,50	25,00	25,00	»	6,25
10 . . .	12,50	»	6,25	6,25	25,00	43,75	6,25	»
11 . . .	6,25	»	12,50	»	12,50	56,25	12,50	»
12 . . .	6,25	6,25	12,50	6,25	18,75	31,25	18,75	»
13 . . .	12,50	»	12,50	12,50	6,25	25,00	25,00	6,25
14 . . .	6,25	6,25	12,50	»	»	50,00	18,75	6,25
15 . . .	18,75	12,50	»	12,50	»	50,00	6,25	»
16 . . .	12,50	12,50	6,25	6,25	18,75	31,25	12,50	»
17 . . .	6,25	6,25	12,50	»	18,75	31,25	18,75	6,25
18 . . .	»	25,00	6,25	6,25	12,50	37,50	6,25	6,25
19 . . .	25,00	6,25	18,75	»	12,50	12,50	18,75	6,25
20 . . .	12,50	12,50	6,25	6,25	18,75	25,00	6,25	12,50
21 . . .	6,25	12,50	12,50	6,25	6,25	43,75	6,25	6,25
22 . . .	18,75	6,25	18,75	»	18,75	25,00	12,50	»
23 . . .	»	12,50	12,50	18,75	6,25	37,50	6,25	6,25
24 . . .	6,25	12,50	12,50	»	25,00	18,75	18,75	6,25
25 . . .	12,50	6,25	12,50	6,25	6,25	31,25	18,75	6,25
26 . . .	»	31,25	»	6,25	6,25	31,25	25,00	»
27 . . .	»	12,50	31,25	»	6,25	31,25	12,50	6,25
28 . . .	6,25	18,75	12,50	6,25	18,75	25,00	6,25	6,25
29 . . .	18,75	6,25	12,50	»	25,00	31,25	»	6,25
30 . . .	12,50	12,50	12,50	6,25	25,00	25,00	»	6,25
31 . . .	12,50	12,50	18,75	»	6,25	31,25	12,50	6,25

Tableau XII.

Fréquence relative des différents vents à Nancy, exprimée
en tant pour cent.

Moyenne de 16 années d'observations : 1878 à 1893.

Novembre.

JOURS du mois,	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1 . . .	12,50	6,25	18,75	12,50	12,50	31,25	6,25	»
2 . . .	6,25	12,50	18,75	6,25	»	37,50	18,75	»
3 . . .	12,50	12,50	6,25	6,25	18,75	31,25	6,25	6,25
4 . . .	18,75	6,25	»	6,25	31,25	25,00	12,50	»
5 . . .	6,25	6,25	6,25	6,25	31,25	25,00	12,50	6,25
6 . . .	6,25	6,25	6,25	»	12,50	43,75	12,50	12,50
7 . . .	12,50	18,75	»	6,25	18,75	25,00	»	18,75
8 . . .	6,25	18,75	6,25	18,75	12,50	18,75	»	18,75
9 . . .	12,50	12,50	31,25	»	31,25	6,25	6,25	»
10 . . .	6,25	25,00	6,25	18,75	»	31,25	»	12,50
11 . . .	»	18,75	25,00	6,25	»	43,75	»	6,25
12 . . .	6,25	12,50	25,00	»	18,75	18,75	6,25	12,50
13 . . .	6,25	18,75	18,75	6,25	18,75	25,00	6,25	»
14 . . .	»	»	25,00	18,75	18,75	18,75	12,50	6,25
15 . . .	18,75	6,25	12,50	»	31,25	25,00	»	6,25
16 . . .	6,25	6,25	12,50	12,50	31,25	31,25	»	»
17 . . .	»	6,25	18,75	6,25	25,00	25,00	18,75	»
18 . . .	»	»	12,50	6,25	12,50	50,00	12,50	6,25
19 . . .	12,50	12,50	12,50	6,25	12,50	31,25	12,50	»
20 . . .	18,75	»	31,25	»	»	37,50	12,50	»
21 . . .	6,25	18,75	18,75	6,25	6,25	31,25	12,50	»
22 . . .	18,75	6,25	12,50	12,50	»	31,25	18,75	»
23 . . .	6,25	12,50	6,25	18,75	6,25	31,25	18,75	»
24 . . .	»	12,50	12,50	12,50	18,75	25,00	6,25	12,50
25 . . .	»	6,25	»	6,25	18,75	37,50	18,75	12,50
26 . . .	6,25	6,25	6,25	»	6,25	56,25	12,50	6,25
27 . . .	12,50	18,75	»	»	12,50	43,75	6,25	6,25
28 . . .	»	12,50	12,50	12,50	18,75	18,75	25,00	»
29 . . .	12,50	»	18,75	6,25	18,75	31,25	12,50	»
30 . . .	18,75	»	»	12,50	12,50	43,75	6,25	6,25

Tableau XIII.

Fréquence relative des différents vents à Nancy, exprimée
en tant pour cent.

Moyenne de 16 années d'observations: 1878 à 1893.

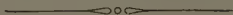
Décembre.

JOURS du mois.	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1 . . .	6,25	6,25	6,25	12,50	6,25	25,00	18,75	18,75
2 . . .	18,75	18,75	»	6,25	12,50	18,75	18,75	6,25
3 . . .	18,75	12,50	»	6,25	6,25	37,50	6,25	12,50
4 . . .	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	31,25	6,25	»
5 . . .	6,25	6,25	6,25	»	25,00	50,00	6,25	»
6 . . .	»	12,50	6,25	»	12,50	62,50	6,25	»
7 . . .	»	25,00	»	6,25	12,50	37,50	12,50	6,25
8 . . .	18,75	6,25	6,25	»	31,25	18,75	6,25	12,50
9 . . .	12,50	6,25	6,25	»	37,50	37,50	»	»
10 . . .	12,50	6,25	»	6,25	12,50	37,50	12,50	12,50
11 . . .	6,25	»	6,25	6,25	12,50	37,50	18,75	12,50
12 . . .	6,25	12,50	12,50	6,25	6,25	43,75	6,25	6,25
13 . . .	»	6,25	25,00	6,25	12,50	31,25	12,50	6,25
14 . . .	»	12,50	12,50	6,25	6,25	37,50	25,00	»
15 . . .	18,75	12,50	6,25	6,25	12,50	31,25	6,25	6,25
16 . . .	12,50	12,50	6,25	12,50	12,50	25,00	12,50	6,25
17 . . .	6,25	12,50	18,75	12,50	»	37,50	»	12,50
18 . . .	18,75	6,25	12,50	18,75	6,25	31,25	»	6,25
19 . . .	»	18,75	12,50	6,25	12,50	31,25	6,25	12,50
20 . . .	»	25,00	12,50	18,75	6,25	31,25	»	6,25
21 . . .	6,25	12,50	18,75	»	12,50	25,00	12,50	12,50
22 . . .	12,50	18,75	6,25	»	18,75	37,50	6,25	»
23 . . .	12,50	18,75	12,50	»	6,25	37,50	6,25	6,25
24 . . .	12,50	25,00	»	6,25	»	43,75	12,50	»
25 . . .	6,25	18,75	6,25	»	12,50	37,50	6,25	12,50
26 . . .	25,00	12,50	12,50	6,25	»	37,50	6,25	»
27 . . .	18,75	25,00	6,25	12,50	»	18,75	12,50	6,25
28 . . .	12,50	37,50	»	6,25	12,50	25,00	»	6,25
29 . . .	6,25	31,25	18,75	6,25	18,75	12,50	6,25	»
30 . . .	6,25	18,75	25,00	»	»	37,50	»	12,50
31 . . .	12,50	25,00	18,75	»	18,75	25,00	»	»

SUR LA MULTIROTATION DES SUCRES

Par M. P. Th. MULLER

CHIEF DES TRAVAUX CHIMIQUES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE NANCY ¹



On sait que la plupart des sucres en solution aqueuse présentent le phénomène de la multirotation, c'est-à-dire que le pouvoir rotatoire de la substance varie avec le temps. La température restant constante, le pouvoir rotatoire possède, aussitôt après la dissolution, une certaine valeur, laquelle diminue en général plus ou moins vite pour devenir invariable, ordinairement au bout de 24 heures.

De nombreuses hypothèses ont été émises pour expliquer la cause de cette multirotation ; les uns admettent une hydratation plus ou moins rapide de la molécule, les autres une hydratation immédiate suivie d'une déshydratation progressive ; d'autres enfin pensent que la substance conserve en dissolution une certaine structure cristalline qu'elle ne perd que peu à peu.

Quoi qu'il en soit, on peut se rendre compte de la variation de la rotation et trouver la loi qui la régit en supposant que pendant toute la durée du phénomène on n'a affaire qu'à deux modifications du sucre considéré (quelle qu'en soit d'ailleurs la nature), chacune de ces modifications ayant une rotation spécifique bien déterminée. A mesure que la modification instable A se transformera en la modification stable B, la rotation variera elle-même. Soient φ le pouvoir rotatoire spécifique de B ; $\alpha\varphi$ le pouvoir rotatoire spécifique de A, rapportés tous deux à la substance anhy-

1. Communication faite le 2 février 1894.

dre ; supposons qu'on ait dissous p grammes de matière dans V centimètres cubes, qu'on observe la rotation dans un tube de l décimètres, enfin que l'on compte les temps à partir du moment de la dissolution ; on lit l'angle α au temps θ ; si on appelle x la masse de A et y la masse de B, au temps θ , on a l'équation

$$\alpha = \frac{a \varphi x l}{V} + \frac{\varphi y l}{V},$$

avec

$$x + y = p ;$$

d'où :

$$\alpha = [(a-1)x + p] \frac{\varphi l}{V}.$$

Introduisons dans le calcul l'angle final α_n que l'on peut déterminer avec une grande rigueur ; on a

$$\alpha_n = \frac{p \varphi l}{V} ;$$

par suite

$$\alpha = \alpha_n \left[1 + \frac{(a-1)x}{p} \right]$$

$$\frac{(a-1)x}{p} = \frac{\alpha}{\alpha_n} - 1,$$

équation donnant la quantité x de matière instable qui est transformée au temps θ .

Il est naturel d'admettre que la quantité dx qui se transforme pendant le temps infiniment petit $d\theta$ est proportionnelle à la masse x qui existe encore à ce moment θ

$$dx = -C' x d\theta,$$

C' désignant un facteur constant positif, d'où

$$\frac{dx}{x} = -C' d\theta.$$

En intégrant et appelant x_o la quantité transformée au temps θ_o (correspondant à une rotation α_o), on a

$$C' = \frac{1}{\theta - \theta_o} \log \text{nép} \frac{x_o}{x},$$

et en tenant compte de l'équation établie plus haut et remplaçant les log. nép. par les logarithmes vulgaires

$$C = \frac{1}{\theta - \theta_0} \log \frac{\alpha_0 - \alpha_n}{\alpha - \alpha_n}.$$

L'expérience montre qu'il existe effectivement une constante C; elle confirme par conséquent les hypothèses et les déductions qui précèdent.

MM. Parcus et Tollens¹ ont étudié avec beaucoup de soin la variation du pouvoir rotatoire des sucres dans les premières heures qui suivent leur dissolution, sans tirer toutefois de leurs expériences aucune conclusion théorique. A l'aide des courbes et des tableaux donnés par ces savants, il a été facile de calculer la constante C.

Nous avons pris, en général, pour θ_0 le moment même de la dissolution, et nous avons obtenu la valeur correspondante α_0 en prolongeant jusqu'à l'axe des ordonnées les courbes très régulières de Parcus et Tollens. L'origine des temps n'est pas connue avec une entière certitude, puisque la dissolution de la matière n'est pas instantanée; dans la majorité des cas, cette cause d'erreur est petite, ainsi que le prouve la constance des valeurs trouvées pour C.

Voici un exemple concernant l'arabinose². Les expériences ont été toutes faites à 20°.

θ (minutes).	α^3	C	θ	α	C
0. . . .	184 (α_0)	"	17. . . .	129,74	0,0294
9. . . .	147,54	0,0297	20. . . .	125,16	0,0294
10. . . .	143,98	0,0305	25. . . .	119,05	0,0296
11. . . .	141,44	0,0303	30. . . .	114,47	0,0302
12. . . .	138,89	0,0304	40. . . .	109,72	0,0298
13. . . .	137,37	0,0296	55. . . .	106,50	0,0296
14. . . .	135,16	0,0295	75. . . .	104,89	0,0334
15. . . .	133,13	0,0296	∞	104,64 (α_∞)	"
Moyenne de C.			0,0301		

1. *Lieb. Ann.*, t. 257, p. 160-178; 1890.

2. *Loc. cit.*, p. 174.

3. Au lieu de l'angle de rotation α , nous avons pris le pouvoir rotatoire qui lui est proportionnel.

Pour les autres sucres nous nous contenterons de donner la valeur des constantes et celle du rapport $\frac{\alpha_o}{\alpha_n} = a$.

Nom de la substance.		Valeur de la constante C.			α
		I.	II.	Moyenne.	
Pentoses.	Arabinose . . .	0,0301	0,0293	0,0297	1,7585
	Xylose . . .	0,0190	0,0213	0,0201	4,77
	Rhamnose ¹ . . .	0,0393	"	"	"
	Fucose ² . . .	0,0202	"	"	1,742
Galactose		0,00927	0,00973	0,00950	1,531
Sucre de lait.		0,00405	0,00413	0,00409	1,608
Maltose		0,00524	0,00531	0,00553	0,862

Les deux expériences de Parcus et Tollens sur le glucose ne se prêtent pas à une bonne vérification ; dans la première C varie de 0,0054 à 0,0099 ; dans la seconde de 0,0054 à 0,0064, $\frac{\alpha_o}{\alpha_n} = 2,07$.

J'ai fait moi-même deux expériences sur le glucose, mais sans maintenir la température absolument constante ; j'ai trouvé

Entre 11° et 13° C = 0,00348 (max., 0,00369 ; minim., 0,00321).

Entre 13° et 15° C = 0,00398 (max., 0,00443 ; minim., 0,00370).

Et pour $\frac{\alpha_o}{\alpha_n}$ les valeurs 1,896 et 1,895.

Ces nombres prouvent nettement que la constante croît quand la température s'élève.

En résumé, la réaction corrélatrice de la multirotation des sucres fait partie des réactions dites du premier ordre ; elle est régie par la loi des masses actives. La constante C, à une température donnée, mesure la marche du phénomène. On peut remarquer que chez les pentoses la vitesse de transformation est notablement plus grande que chez les autres sucres — hexoses et polysaccharides.

1. SCHNELLE et TOLLENS, *Lieb. Ann.*, t. 271, p. 63 ; 1892.

2. GÜNTHER et TOLLENS, *Ibid.*, p. 90.

RECHERCHES SUR LA STRUCTURE
ET LE GISEMENT
DU MINÉRAI DE FER PISOLITHIQUE

DE DIVERSES PROVENANCES FRANÇAISES
ET DE LA LORRAINE EN PARTICULIER

Par M. BLEICHER

PROFESSEUR A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE ¹

Le minéral de fer pisolitique, quel que soit son gisement, tertiaire ou quaternaire, se prête aux recherches microscopiques que nous poursuivons depuis quelques années sur les minerais de fer sédimentaires et particulièrement sur ceux de Lorraine.

Les échantillons étudiés ont été tirés des localités suivantes : environs de Nancy, des fissures et de la surface des plateaux jurassiques couverts de *diluvium ancien* ; Lexy, près Longwy (Meurthe-et-Moselle), des mines de fer fort anciennement exploitées du groupe de Saint-Pancré (fig. 6) ; Mervaville (Meurthe-et-Moselle), du *diluvium* superficiel recouvrant le muschelkalk (fig. 8).

Nous y avons ajouté l'étude, comme terme de comparaison, d'échantillons des provenances suivantes :

Roppe, Pérouse (fig. 5), Chèvremont, Vézelois, dans le territoire de Belfort, *terrain sidérolithique, oligocène* ; Couroux près Délémont, canton de Berne (Suisse), *id.* ; Auggen (grand-duché de Bade), *id.* ; Autrey (Haute-Saône), *pliocène ancien* ; de diverses

1. Communication faite dans la séance du 14 avril 1894.

localités de département du Cher, *oligocène*; des environs de Bruniquel, plateau de Feneyrols (Tarn-et-Garonne), d'*âge inconnu* (fig. 3); des phosphorites du Quercy, *oligocène*.

Le diluvium ancien des plateaux, et le remplissage des fissures qui en dépend, ont fait l'objet d'un certain nombre de travaux que nous avons condensés dans notre *Guide du géologue en Lorraine*¹.

Ces dépôts se composent des éléments variés suivants : sable plus ou moins grossier à grains anguleux, provenant de la décomposition des roches massives, feuilletées arénacées des Vosges ; quartzite des terrains primaires, de grès vosgien, rhétien, plus rarement de porphyre quartzifère, de lydienne, de granite amphibolique, ou de pegmatite tourmalinifère ; débris plus ou moins menus et anguleux des roches jurassiques sous-jacentes, en amas sous forme de *grouine*, en trainées, ou emballés dans une terre argileuse rouge, résultant de la décomposition des couches superficielles du sol ; rognons calcaréo-sableux de nature stalagmitique ; enfin, du minerai de fer en plus ou moins forte proportion, sous la forme de petits rognons arrondis et plats, ou de pisolithes.

Ces deux formes, qui nous intéressent particulièrement, se trouvent associées ou isolées dans les dépôts meubles du diluvium des plateaux, à la surface des bancs jurassiques et dans les roches formées de cailloux agglutinés, ou de masses stalagmiques, des fissures.

On peut se demander comment et à quelle époque les roches roulées vosgiennes qui se trouvent ainsi à l'état de cailloux roulés sur nos plateaux à des altitudes allant jusqu'à 500 mètres (montagne de Sion) ont été amenées jusqu'au point où nous les voyons aujourd'hui. Sont-elles venues en une seule étape, si l'on peut s'exprimer ainsi, ou en plusieurs à la suite des périodes glaciaires constatées dans les Vosges, ou ne proviennent-elles pas en partie des grès et poudingues rhétiens qui, à Saint-Nicolas, Varangéville par exemple, sont riches en cailloux de quartzite d'assez grande taille ?

Quoi qu'il en soit, il y a eu communication directe entre les

Vosges et nos plateaux lorrains, vers la fin des temps géologiques.

Le diluvium des plateaux et fissures paraît être caractérisé dans nos régions par un éléphant qui, en raison de l'écartement des lames dentaires de ses molaires, de l'épaisseur de ses lames d'émail et de la forme des lames dentaires usées, nous paraît intermédiaire entre *Elephas primigenius* Bl. et *Elephas antiquus* Falc.

Il est à remarquer que cette même forme se retrouve dans les minières de fer pisolitique remanié d'Autrey (Haute-Saône) d'après des échantillons qui nous ont été communiqués par notre collaborateur M. A. Gasser. Un fragment de dent d'éléphant provenant des minières abandonnées de fer (*Blättelerz*) d'Uhrwiller (Basse-Alsace) présente les mêmes caractères.

L'éléphant est accompagné du bœuf, du chevreuil, et c'est surtout dans les fissures qu'on a des chances, comme MM. Gaiffe, Roubalet, André, de trouver ces débris de grands animaux disparus.

Le diluvium des plateaux remplit souvent de vraies cavités d'effondrement qui conservent des traces d'étages géologiques disparus.

On peut en citer deux fort intéressantes à ce point de vue aux environs de Nancy. La première a été découverte par MM. Gaiffe et Roubalet à l'angle nord-est de la carrière de *Bâlin* située à l'ouest de la Photovilla (route de Toul), sur le plateau de la ferme Sainte-Catherine. Le remplissage a été fait ici par le diluvium des plateaux remanié, avec des roches bathoniennes, et spécialement de la marne à nodules ferrugineux oolithiques fossilifères. On y trouvait en abondance les fossiles du bathonien moyen de la zone à *Anabacia* et *Ammonites Wurtembergicus*, mais les travaux d'agrandissement de la carrière ont dans ces dernières années fait disparaître ce gisement. Par contre, dans de nouvelles fissures qui ont été ouvertes, on peut encore aujourd'hui voir des amas de marne bleuâtre mêlée aux cailloux et sables diluviens, et il y a environ cinq ans nous avons trouvé dans ces marnes des fossiles oxfordiens silicifiés.

L'étage oxfordien, qui ne se retrouve plus aujourd'hui qu'à l'ouest du méridien de Toul, n'a pas été le seul à laisser des traces

à la surface de nos plateaux et dans les fissures. On trouve de temps en temps, à la suite de défoncements profonds de la terre des champs qui environnent la ferme Sainte-Catherine, des fragments arrondis, assez volumineux, de calcaire siliceux avec moules de radioles de *Cidaris florigemma* et de bivalves de petite taille.

Le même fait s'était déjà présenté lors de la construction du fort de Frouard. Les travaux de creusement ont mis à jour un puissant amas de diluvium des plateaux remplissant une vaste cavité. Ce diluvium contenait des cailloux très gros, aplatis en forme de miche, de cette même roche siliceuse à *Cidaris florigemma*.

Le minerai de fer en rognons et peut-être le minerai de fer pisolitique n'ont pas d'autre origine que la dénudation dont nous venons de faire ressortir la grande importance. Les rognons ferrugineux du diluvium des plateaux, de la surface du calcaire jurassique (plateau de Malzéville), des fissures, des minières de fer (fort de Lexy près Longwy) contiennent souvent soit des traces de fossiles, soit des moules de petits fossiles marins entiers.

Ils sont donc dus à un simple lavage d'une formation géologique qui a disparu, mais qui reste à préciser. Jusqu'ici nous n'avons pu extraire de ces nodules qu'une seule espèce marine du genre *Leda* (fig. 12), mais tout nous porte à croire qu'il s'agit plutôt de l'étage oxfordien que de tout autre. Celui-ci en effet, dans la Meuse et les Ardennes, contient un niveau riche en fer qui a même été exploité en certains endroits.

Doit-on attribuer la même origine au minerai de fer pisolitique qui accompagne toujours dans nos régions le minerai de fer en rognons ? Nous avons de fortes raisons pour le croire, car dans les rognons ferrugineux qui accompagnent le fer pisolitique dans nos échantillons du Cher, du territoire de Belfort, de Meurthe-et-Moselle, nous en avons un certain nombre qui sont évidemment constitués par une agrégation de pisolithes prêts à se détacher.

Il suffit pour certains d'un léger coup de marteau pour les isoler, pour d'autres la séparation des grains n'est pas encore complète dans le nodule (fig. 7, 9, 10).

En un mot, en choisissant ses échantillons, on peut établir une série allant du nodule dont la structure zonée n'est pas très nette encore, au nodule dans lequel les pisolithes sont en voie de formation et prêts à sortir de leur gangue.

Il est évident que ceux-ci ne sont pas encore complètement achevés lorsqu'ils sortent des nodules. Dans le milieu riche en fer et en silice où ils se trouvent, ils peuvent encore s'enrichir de ces deux substances, s'arrondir et prendre l'aspect gras et lustré qu'on leur connaît et qui est dû à l'abondance de silice dans leur composition.

Les pisolithes devraient donc leur origine à une simple dissociation de certains nodules ferrugineux, dont la structure intérieure s'est modifiée au cours des temps par infiltration siliceuse, de manière à prendre peu à peu la disposition zonée. Les formes figurées sous les n^{os} 11 et 13 rentrent également dans cette catégorie. L'association constante de ces nodules aux pisolithes se comprendrait aisément ainsi.

On s'explique également la raison pour laquelle, sur nos plateaux jurassiques des environs de Nancy, les rognons ferrugineux abondent à la surface du sol, les pisolithes étant rares, tandis que l'inverse existe dans les fissures.

Dans celles-ci en effet, les conditions nécessaires pour la désagrégation des nodules et leur résolution en pisolithe ont dû être plus facilement réalisées qu'à la surface du sol par suite de la circulation des eaux souterraines dans leur intérieur. Du reste, les nodules ferrugineux fossilifères ou non ont la même composition chimique que les pisolithes; on peut leur enlever tout leur fer, en laissant à découvert un squelette siliceux plus ou moins résistant.

Dans ce qui va suivre, nous nous occuperons plus particulièrement des pisolithes, dont l'étude micrographique donne des résultats plus complets que pour les rognons ferrugineux.

Les grains de minerais pisolithiques employés, sans avoir le même calibre, ont tous à peu près le même aspect luisant et vernis, et nous avons eu le soin de choisir ceux qui ne présentaient aucune trace d'altération extérieure.

Leur étude peut être faite à l'œil nu, au microscope à l'aide de coupes minces.

A l'œil nu ou armé de la loupe, on peut déjà, en brisant les pisolithes avec un marteau, distinguer des couches concentriques corticales à cassure noire (fig. 1 et 2), brillante, entourant une masse centrale, généralement assez volumineuse, plus ocreuse, mais ne contenant jamais de corps minéral assez grand pour être considéré comme centre d'attraction.

Ce noyau, qui peut être isolé de l'écorce, est intéressant à étudier. Il est en proportion du grain et se distingue toujours de l'écorce par son homogénéité, c'est-à-dire par absence de couches concentriques. Sur les pisolithes en bon état et fraîchement sortis de leur gangue, il a la même couleur que l'écorce et paraît aussi pénétré qu'elle de silice. Dès que le grain est altéré par exposition aux intempéries atmosphériques, le noyau prend une couleur plus claire, ocreuse, qui tranche sur la couleur brun-noir lustré de la région corticale. Lorsque l'altération a été profonde, la distinction en couche corticale et noyau devient difficile et même impossible. Le grain se dissocie et la substance silico-ferrugineuse passe à l'état terreux et plus ou moins ocreux. L'identité de composition de l'écorce et du grain ne ressort pas seulement de l'étude chimique et micrographique qui va suivre. Elle peut se démontrer par l'observation suivante. Dans un cas (Autrey, Haute-Saône), sur la cassure du noyau on apercevait, au milieu de la masse ocreuse, une ébauche de couche concentrique noire, brillante, sous la forme d'arc mince isolé ; sur un autre échantillon, sa surface extérieure était coupée de fissures de retrait tapissées de calcite cristalline (fig. 2).

Les coupes minces ne donnent pas de renseignements plus complets sur leur structure microscopique, mais en traitant les pisolithes successivement par l'acide chlorhydrique, puis l'eau régale, comme nous l'avons fait pour les oolithes ferrugineuses, on obtient, après quelques jours de traitement par ces réactifs, le squelette siliceux des pisolithes de couleur blanche, ayant conservé le calibre du grain primitif.

Le liquide acide, d'après les analyses de notre collègue M. le professeur Schlagdenhauffen, contient, outre le fer, de l'alumine et de l'acide phosphorique. Le squelette siliceux se conserve plus ou moins entier ; sur certains échantillons il s'entr'ouvre laissant

voir la structure feuilletée du pisolithe, sur d'autres il se maintient avec la forme primitive du grain (plateau de Feneyrols). Il peut alors être lavé, desséché, puis plongé dans de la paraffine fondue qui le pénètre et le solidifie suffisamment pour qu'on puisse y pratiquer des coupes au rasoir ou au microtome.

Pour se rendre compte de sa structure, il faut multiplier les coupes, car il est rare qu'on en obtienne une de toute la section du grain ; le plus souvent on n'a intéressé dans sa section que des arcs, des secteurs ou des corps centraux. La préparation est si délicate, qu'il est prudent de ne pas insister sur l'action des réactifs (xylol par exemple) qui servent à enlever la paraffine (fig. 4).

Les coupes du squelette siliceux des pisolithes montrent la partie corticale formée d'une alternance de couches minces hyalines, et de couches grenues, nuageuses, dans lesquelles on retrouve les bâtonnets déjà signalés dans le squelette siliceux des oolithes du minerai de fer de Lorraine ¹ (fig. 4).

Le corps central ne présente rien de particulier à signaler, sinon l'absence de couches minces hyalines et l'abondance de grains de sable extrêmement fins. Le poids du squelette siliceux lavé, desséché, par rapport au poids du grain intact n'a rien de fixe. Dans le minerai de fer d'Autrey (Haute-Saône), il est de 21.7 p. 100 ; dans celui du plateau de Feneyrols (Tarn-et-Garonne), il est de 11.77 p. 100.

Il en résulte que la recherche du poids du squelette rapporté à 100, qui est une opération assez délicate, mais n'exigeant pas de manipulation chimique, pourrait être utilisée pour l'analyse de ces sortes de minerais, qui ne contiennent en plus de la silice que de l'hydroxyde de fer, de l'alumine et de l'acide phosphorique.

L'origine première du fer qui constitue les pisolithes se trouve ainsi reportée aux époques géologiques où nos plateaux jurassiques étaient couverts par la mer. L'étude que nous en avons faite les montre constitués par un squelette siliceux que l'on peut retrouver sous l'hydroxyde de fer, comme chez tous les mine-

1. *Sur la Structure microscopique du minerai de fer oolithique de Lorraine.*
(C. R. Ac. sc., 14 mars 1892.)

rais de fer sédimentaires de nos régions et même chez certaines rouilles anciennes¹.

Jamais les pisolithes ne se sont montrés composés d'un corps central ou centre d'attraction recouvert de couches concentriques, et la composition de leur noyau ne s'explique pas par la théorie généralement admise de leur formation dans un milieu agité d'un mouvement tourbillonnant. Nous n'avons pas à rechercher ici le mode de dépôt du minerai de fer dans les bassins maritimes, que nous avons étudié dans d'autres publications², mais nous ne pouvons nous empêcher de signaler des faits du même genre qui dans des proportions bien réduites se passent encore de nos jours dans nos environs.

Des nodules ferrugineux de petite taille (7-8 millimètres de diamètre), avec ébauches de couches zonées vers l'extérieur et magma ferrugineux vers l'intérieur, se rencontrent dans les tufs calcaires formés par agglutination de débris végétaux, cailloux, coquilles, au fond de nos rivières.

Un échantillon de cette roche trouvé dans les sables et vases extraites du Madon pour la construction du pont de Pulligny (Meurthe-et-Moselle) nous en a donné suffisamment pour étudier ce minerai de fer *des marais*.

Ces petits nodules non encore complètement solidifiés se montrent formés d'hydroxyde de fer superposé à un squelette siliceux gélatineux, qui englobe des grains de sable, des débris charbonneux, des bâtonnets qui, mieux que ceux des oolites et des pisolithes, ont quelque apparence de bactéries.

Certains de ces petits nodules ferrugineux n'ont pas de corps central ayant pu servir de centre d'attraction. Leur noyau est si peu consistant qu'il a souvent disparu par dessiccation, ne laissant qu'une coque silico-ferrugineuse extérieure. D'autres l'ont conservé et dans certains cas c'est un fragment de charbon, ou un débris d'un rognon ferrugineux ayant appartenu selon toute probabilité aux terrains du lias au milieu desquels coule le Madon (fig. 14).

1. *Sur la Structure de certaines rouilles anciennes ; leur analogie avec celle des minerais de fer.* (*Id.*, 16 avril 1894.) — *Le Minerai de fer de Meurthe-et-Moselle*, (*Bull. Soc. Ind. Est*, 2^e s., fasc. II, 1894.)

2. *Les Minerais de fer sédimentaires de Lorraine.* Conférence faite à la Société industrielle de l'Est. (*Bulletin*, fasc. II, 2^e série, 1891.)

Ne peut-on pas voir dans ces nodules de petite taille des ébauches de rognons ferrugineux à zones concentriques, et les choses ne peuvent-elles pas se passer de même manière au fond de la mer ?

Partout nous voyons la silice jouer le même rôle, qui est celui d'un corps chargé de fixer au moins momentanément l'hydroxyde de fer, qu'il s'agisse de minerai de fer d'origine marine ou d'eau douce.

La fixation de la silice par l'hydroxyde de fer s'accompagne habituellement de la forme zonée, ou au moins lamellaire, qui disparaît lorsque les eaux chargées d'acide carbonique, agissant à la fois sur le fer, la calcite et la silice, ont altéré le minerai, qu'il soit oolithique, lamellaire ou rognonneux. Le fer s'échappe alors de nouveau pour se remettre en circulation.

Les conclusions de cette étude sont les suivantes :

Le fer pisolithique de Lorraine se rencontre toujours associé dans le diluvium des plateaux et les fissures avec des rognons ferrugineux contenant souvent des fossiles marins.

Certains de ces rognons, tant en Lorraine que dans le Cher, le territoire de Belfort, sont composés d'ébauches de pisolithes prêts à se détacher (fig. 7, 9, 10).

Le grain de fer pisolithique n'a pas de corps central pouvant servir de centre d'attraction.

Comme le minerai de fer oolithique, le minerai de fer fort, comme certaines rouilles anciennes, les pisolithes sont surtout constitués par de l'hydroxyde de fer superposé à un squelette siliceux ; l'alumine et l'acide phosphorique n'y entrent qu'en faible proportion.

Le squelette siliceux conserve la forme des pisolithes et même des rognons ou nodules ferrugineux. Il peut représenter jusqu'à 21.7 p. 100 du poids du pisolithe (Autrey).

On peut admettre que le fer pisolithique de Lorraine a la même origine que les rognons ferrugineux qu'il accompagne toujours, c'est-à-dire qu'il est le résultat de la transformation, au cours des temps et dans des conditions connues, de rognons ou nodules ferrugineux provenant de terrains sédimentaires disparus des plateaux lorrains.

EXPLICATION DE LA PLANCHE

1. Coupe d'un pisolithe du plateau de Feneyrols (Tarn-et-Garonne), communiqué par M. l'intendant Péron, montrant les proportions de l'écorce et du noyau central. 3/1.

2. Coupe schématique agrandie d'un pisolithe d'Autrey (Haute-Saône) pour faire voir les fissures de retrait du noyau et l'arc isolé, ébauche de couches concentriques corticales qui se trouvent au milieu du noyau homogène.

3. Roche pisolithique du plateau de Feneyrols, avec ses pisolithes de deux grandeurs et la matière silico-ferrugineuse infiltrée entre eux. Grandeur naturelle.

4. Un secteur de la coupe du squelette siliceux blanc d'un pisolithe du plateau de Feneyrols obtenu par les acides et solidifié par la paraffine : *a*, zones hyalines de l'écorce ; *b*, noyau central homogène. Vu à un faible grossissement qui ne permet pas de distinguer les bâtonnets de la substance corticale.

5. Coupe d'une roche pisolithique de Pérouse (territoire de Belfort) ; les pisolithes sont enchâssés au milieu de la roche silico-calcaire traversée par des veinules anastomosées de calcite ; ils sont entourés chacun d'une coque blanche de calcite.

6. Coupe de la roche pisolithique de Lexy (Meurthe-et-Moselle). Les pisolithes sont engagés dans une roche silico-ferrugineuse parcourue de fines veinules anastomosées de calcite.

7. Nodule ferrugineux avec ébauches de pisolithes, du minerai pisolithique du Cher (oligocène), communiqué par M. l'ingénieur des mines de Grossouvre.

8. Nodule ferrugineux mamelonné, grandeur naturelle, des terrains superficiels de Mervaville (Meurthe-et-Moselle).

9. Coupe schématique d'un nodule du type du n° 7.

10. Nodule ferrugineux du type n° 7, de même provenance, montrant les pisolithes se dégageant de la masse du nodule.

11. Coupe d'un nodule ferrugineux du plateau de Malzéville (Meurthe-et-Moselle), avec réseau noir silico-ferrugineux se détachant sur la masse brune, ocreuse, homogène.

12. Moule d'une coquille du genre *Leda* provenant d'un de ces nodules ferrugineux. 3/1.

13. Coupe d'un nodule ferrugineux de même provenance, avec rudiments de noyaux de différentes formes et cavités, *c*.

14. Coupes de petits nodules ferrugineux des dépôts tuffacés du fond du Madon, avec corps central. *d*, constitué par un fragment de charbon de bois, *e* par un fragment de nodule ocreux provenant probablement des couches jurassiques traversées par cette rivière.



Fig. 1.



Fig. 2.

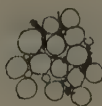


Fig. 3.



Fig. 4.

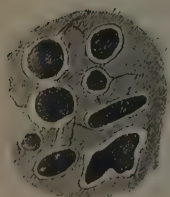


Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 7.

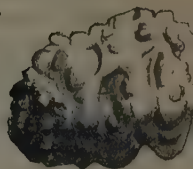


Fig. 8.

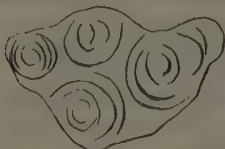


Fig. 9.



Fig. 10.



Fig. 11.



Fig. 12.



Fig. 13.



Fig. 14.

CATALOGUE DESCRIPTIF
DES LICHENS
OBSERVÉS DANS LA LORRAINE

Par l'Abbé J. HARMAND

AUMÔNIER DES SOURDS-MUETS DE L'INSTITUTION DE LA MALGRANGE

PRÉFACE

Mon premier dessein était de publier un catalogue plus ou moins annoté des Lichens observés jusqu'à ce jour en Lorraine. Mais, plusieurs botanistes lorrains m'ayant conseillé avec insistance de décrire les groupes, les genres et les espèces, avec les variétés et les formes, de manière à faire sortir l'ouvrage de la spécialité, et à le mettre plus à portée des commençants, j'ai cru devoir en prendre mon parti, bien que ma tâche en fût plus que décuplée. Et même, pour mieux atteindre le but désiré, j'ai joint au texte descriptif des tables dichotomiques et des figures, qui, malgré leur imperfection, rendront sûrement quelques services aux débutants.

Le lecteur sait ce qu'il faut entendre par la Lorraine. Je n'ai donc pas à m'étendre sur la délimitation de cette province, non plus que sur la grande variété des terrains qui s'y rencontrent ; ces questions sont du domaine de la géographie et de la géologie.

L'histoire de la lichénologie en Lorraine n'est pas longue à faire. En dehors de Mougéot, pour les Vosges, et de Godron, pour la Meurthe, aucun botaniste lorrain, avant 1880, ne s'est occupé

spécialement des Lichens. Encore ne peut-on dire absolument que Godron ait été lichénologue. Mais heureusement la qualité des ouvriers a suppléé à la quantité, grâce à Mougeot surtout, grâce à ses nombreux travaux, dont les résultats se trouvent résumés dans la Statistique du département des Vosges (1845), et représentés dans ses *Stirpes Vogenso-Rhenanæ* et dans son herbier, le territoire des Vosges et, on peut le dire, celui de la Lorraine furent pendant longtemps ceux dont les cryptogames étaient le mieux connus. Mais Mougeot et Godron sont morts, et, depuis leur disparition, la science lichénologique a marché. Plusieurs provinces que nous dépassions de beaucoup sont sur le point de nous rejoindre ou même de nous dépasser à leur tour. Il faut reprendre notre avance. C'est le but du présent ouvrage.

Depuis 1880, sous l'impulsion de M. l'abbé Hue et sous sa direction, nous nous sommes livrés avec ardeur et persévérance, mes amis et moi, à la recherche et à l'étude des Lichens de Lorraine. Beaucoup de régions non encore explorées ont été visitées. Les grands massifs vosgiens, déjà fouillés par Mougeot, ont été de nouveau, à plusieurs reprises, minutieusement étudiés. C'est ainsi qu'il nous a été donné d'ajouter à la liste déjà longue des Lichens lorrains un nombre fort respectable d'espèces nouvelles qui, jusqu'alors, n'avaient pas été aperçues ou reconnues.

Est-ce à dire que tout soit fait et qu'il ne reste rien à découvrir? Non, loin de là. D'abord les points explorés sont relativement peu de chose en comparaison de ceux qui restent à étudier; ensuite on peut retourner plusieurs fois avec profit aux endroits déjà visités. J'affirme que, dans l'espace de douze années, il me serait difficile de citer une seule excursion où il ne m'ait pas été donné de rencontrer quelque nouveauté. Voilà, j'espère, de quoi faire naître des vocations.

Après M. l'abbé Hue, MM. Victor et Henri Claudel, M. l'abbé Kieffer, et M. Le Monnier, à qui je suis plus particulièrement redevable, je m'empresse de remercier M. le docteur Berher, d'Épinal, qui me communique sa riche collection, MM. les abbés Renauld, Mougnot et Nicolas, et, en général, toutes les personnes qui ont bien voulu recueillir quelques exemplaires de Lichens à mon intention, ou m'aider en quelque manière dans mon entreprise.

Avant de terminer, je dois rassurer enfin mes braves compatriotes qui, tant de fois, surtout aux environs des forts et aux approches de la frontière, m'ont pris pour un vil espion. Non, cet ecclésiastique aux allures douteuses, dont souvent le chapeau de travers et la soutane relevée n'étaient guère en règle, hélas ! avec les manuels de Tronson ; cet abbé que l'on a vu parcourant, à l'aventure, les champs et les forêts, détachant avec son marteau des fragments de roches, écornant les bornes, recueillant précieusement des cailloux, enlevant aux arbres des lambeaux d'écorce, n'a jamais eu la moindre intention de trahir sa patrie ; jamais il n'a voulu emporter par fragments nos forts à l'étranger, et les petites taches blanches que laissait son couteau sur les frênes, les chênes et les hêtres n'étaient pas du tout destinées à servir de points de repère aux éclaireurs allemands.

Enfin . . . , comment dire ceci ? Lorsqu'on m'a vu lichénisant sur les confins de l'établissement départemental de Maréville, je n'étais pas, comme plusieurs ont semblé le croire, un pensionnaire de la maison . . . , du moins pour le moment.

PRÉLIMINAIRES

Les Lichens sont des végétaux cellulaires thallophytes, pourvus d'un *mycelium* et d'éléments chlorophylliens.

La partie mycélienne (*hypha*, *hyphes*) ressemble au *mycelium* des Champignons, et la partie chlorophyllienne est composée de grains de chlorophylle nus ou revêtus d'une membrane, qui ressemblent à certaines Algues inférieures, *gonidies*, *gonimies*.

Par son *mycelium*, comme on le voit, le Lichen tient aux Champignons, tandis que ses éléments chlorophylliens le rapprochent des Algues.

C'est de la présence de ces deux sortes d'éléments qu'est née la fameuse théorie algo-lichénique, qui considère le Lichen comme une association d'un Champignon et d'une colonie d'Algues¹.

L'algo-lichénisme a fait tant de bruit et est professé par tant de botanistes de renom², qu'on me reprocherait avec raison de ne pas en dire au moins quelques mots. D'ailleurs la question de savoir si un Lichen est un être autonome, absolument indépendant, ou, au contraire, une communauté de plusieurs êtres différents, n'est pas sans intérêt, tant s'en faut, même pour la description et la classification.

Je vais donc, sans prendre parti pour l'une ou pour l'autre théorie, exposer les principales raisons dont on les appuie. Le

1. C'est *Schwendener* qui, le premier, en 1868, formula la théorie d'une manière affirmative et l'étendit à tous les Lichens. Mais c'est *de Bary* qui affirma, le premier, l'identité de certaines Algues avec certaines gonidies des Lichens et émit le premier l'hypothèse du parasitisme, tout en se tenant dans une prudente réserve (1866).

Schwendener avait commencé par être autonomiste (1860).

2. M. Flagey n'est pas de cet avis. Il est vrai que les lignes suivantes ont été écrites en 1884. « La théorie algo-lichénique est à peu près universellement abandonnée..... Il est permis de dire que le système de *Schwendener* a fait son temps et que, dans quelques années, on ne supposera même pas qu'il ait pu être admis et discuté aussi sérieusement. » (FLAGEY, *Lichens de la Franche-Comté*, 1^{er} vol., p. 7 et 33.)

lecteur pourra, de la sorte, se prononcer en connaissance de cause.

Je ferai connaître ensuite, en peu de mots, un algo-lichénisme très adouci, exposé par M. l'abbé Hy, docteur ès sciences, professeur aux Facultés catholiques d'Angers, dans son *Essai sur les Lichens de l'Anjou*, Première série, Angers, 1893.

Ceux qui voudraient étudier la question plus en détail pourraient recourir aux ouvrages suivants, dont j'ai pu prendre connaissance :

Recherches sur les gonidies des Lichens, par M. Ed. Bornet. (Extrait des *Annales des Sciences naturelles*, 5^e série, tome XVII, 1^{er} cahier.) Communiqué par M. l'abbé Hue.

Les Lichens doivent-ils cesser de former une classe distincte des autres cryptogames ? par Th. Brisson (Châlons-sur-Marne, 1877). Communiqué par M. l'abbé Hue.

Lichenologia scandinavica, par Th. Fries. Préface, art. *Lichens*, p. 5. Communiqué par M. Le Monnier.

De l'Autonomie des Lichens et de la théorie algo-lichénique, par Flagey, ingénieur civil. Communiqué par M. Le Monnier.

Les Lichens utiles, par F. Henneguy. (Thèse pour l'agrégation.) Donné par M. l'abbé Hue.

Ueber die Cultur flechtenbildender Ascomyceten ohne Algen, par Alfred Möller. (Thèse de Doctorat.) Münster, 1887. Communiqué par M. Le Monnier.

La Synthèse des Lichens, par G. Bonnier. (Société botanique de France, séance du 9 février 1883, et Académie des sciences ; note présentée dans la séance du 15 novembre 1886.)¹

Critique de l'Étude de Wainio sur la classification naturelle et la morphologie des Lichens du Brésil, par le D^r J. Mueller. (*Revue mycologique*, 1892, p. 33.)

Traité de botanique, par Van Tieghem, 2^e partie, p. 1156 et s.

1. L'auteur a fait paraître ensuite un Mémoire de 34 pages, avec 5 planches, ayant pour titre : *Recherches sur la Synthèse des Lichens*. (Ann. Sc. nat., 7^e série, t. IX.)

Raisons en faveur de l'autonomie des Lichens¹.

Les éléments anatomiques des filaments des Lichens se distinguent par des caractères nombreux des hyphes des Champignons ; ils sont plus fermes, plus élastiques et contiennent de la lichénine.

Le réceptacle fructifié des Champignons diffère généralement de celui des Lichens, qui est vivace et peut durer plusieurs années. (D^r Léveillé, lettre à Decaisne. *Traité général de botanique*, par Le Maout et Decaisne, p. 711 ; Th. Brisson.)

L'observation journalière de l'apparition de Lichens sur les corps les plus divers, où il est facile de constater qu'il n'existe aucune espèce d'Algue, prouve que les Lichens se développent simplement aux dépens de leurs spores et que les gonidies qu'ils renferment se forment dans l'intérieur de leur thalle. (Richard, Nylander.)

Les hyphes des Champignons ne sont pas répandus dans les lieux où croissent les Lichens. (Nylander.)

Les Champignons thécasporés peuvent se développer partout, même dans les endroits humides ou privés de lumière ; les Lichens, au contraire, aiment la vive lumière. (Th. Brisson, D^r Léveillé.)

Qui sait si les Algues inférieures que l'on rencontre à l'état libre ne sont pas des gonidies de Lichens végétant d'une manière anormale ? (Nylander, Krempelhuber, Th. Fries.)

On a trouvé, dans une Pézize, une algue entourée par des filaments mycéliens, qui s'y étaient attachés et s'en étaient visiblement nourris. Il peut se faire que ce phénomène se produise assez souvent chez les Lichens, et que les expériences favorables à l'algolichénie aient été faites par mégarde à l'aide de ces sortes d'algues.

Plusieurs formes de gonidies ne sont pas connues pour appartenir à des Algues et n'ont jamais été rencontrées à l'état libre. (Koerber.)

Il est singulier que des végétaux formés de deux végétaux aient des formes si constantes, suivant les genres et les espèces. Com-

1. Ces raisons, non plus que celles du parti opposé, ne sont pas toutes de première valeur. Il y en a même que je reproduis uniquement à titre de documents historiques.

ment se fait-il que deux éléments différents concourent à un but unique ? (Th. Fries.)

La gonidie ne peut être en même temps un parasite et un organe complémentaire du Lichen. (Nylander, Th. Fries.)

Si le *hypha* est le parasite, il devrait se développer après l'Algue nourricière ; c'est précisément le contraire qui a lieu. (Th. Fries.)

Le *hypha* parasite devrait attaquer les gonidies, tandis qu'il les laisse intactes et en favorise l'accroissement. (Th. Fries.)

« D'après Schwendener, les hyphes se nourrissent aux dépens des gonidies qu'elles enveloppent. Mais qui nourrit les gonidies ? Où trouvent-elles leur nourriture ? Par quelle voie leur arrive-t-elle, puisqu'elles sont enfermées dans les tissus lichéniques ? Cependant, comme êtres autonomes, ayant leur existence et leur vie à elles, les gonidies doivent se nourrir d'une façon quelconque ; car, sans nutrition, pas de vie. » (Bentham, Discours prononcé à la Société linnéenne de Londres, 1872. Cité par Lamy de La Chapelle, *Lichens du Mont-Dore et de la Haute-Vienne*, XI ; Th. Fries.)

Ne sont-ce pas, au contraire, les gonidies qui sont les vrais parasites ? Ce qui le ferait croire, c'est que dans le thalle des Lichens on trouve différents corps inorganiques (carbonate de chaux, fer, acide phosphorique et silicique, potasse, soude, etc.), qui ne peuvent venir ni de l'eau de pluie ni des gonidies. Une grande partie au moins de ces corps ont été pris par les rhizines et les hyphes au substratum et dispersés ensuite dans la masse du Lichen. Or, une plante qui emprunte à une substance non vivante des éléments qu'elle communique à d'autres ne peut pas être appelée parasite. (Th. Fries.)

Tulasne a obtenu un thalle complet de *Verrucaria muralis* par un semis de spores de ce Lichen.

Des spores de Lichen déposées sur une lame de verre ont germé et donné naissance à un thalle parfait, fertile, du Lichen. (Nylander.)

Des spores de Lichen ayant été mises en présence d'Algues prothophycées, il ne s'est produit aucune adhérence ni aucune synthèse. (Arcangeli.)

Les gonidies naissent des hyphes. Les courtes branches latérales des hyphes se gonflent à l'extrémité en une petite cellule ronde

qui se remplit peu à peu de matière verte et s'isole enfin pour former une gonidie. (Bayrhammer, Schwendener [*primó*], Th. Fries.)

On a vu des gonidies se former sur place dans la couche gonidiale des Lichens. (Nylander, Frank, Arcangeli.)

L'observation directe montre que l'origine de la matière verte, dans les Lichens, est absolument la même que dans les autres plantes. (Nylander.)

Les gonidies prennent toujours naissance dans une cellule mère. (Minks.)

Toutes les cellules hyphoïdales des Lichens donnent naissance, dans leur intérieur, à des microgonidies qui deviennent ensuite de véritables gonidies et deviennent libres. Les microgonidies manquent dans les hyphes des Champignons. (Minks, Mueller.)

Raisons en faveur de l'algo-lichénisme.

Les expériences de Tulasne (reproduction du thalle de *Verrucaria muralis*) et celles de Nylander ne peuvent rien prouver, si toutes les précautions voulues n'ont pas été prises pour isoler complètement les spores.

Les rapports entre les hyphes et les gonidies sont de telle nature qu'ils excluent toute possibilité qu'un des organes soit produit par l'autre. (Bornet.)

Les gonidies des Lichens sont des Algues inférieures. Il y a ressemblance absolue de forme et de constitution. (De Bary, Schwendener, Bornet.)

Les zoospores provenant des gonidies isolées du thalle des Lichens (*Parmelia pulverulenta*) ne germent jamais en produisant un hyphe, mais donnent constamment naissance à de nouvelles colonies de l'Algue qui les a produites. (Woronine.)

Les gonidies de plusieurs Lichens séparées du thalle continuent à vivre dans l'eau, s'y multiplient et donnent naissance à des zoospores. (Fannitzin, Baranetzky, Itzigsohn.)

En semant des spores de *Collema* sur un *Nostoc*, on obtient un thalle de *Collema*. (Rees.)

En faisant germer des spores de Lichens foliacés en présence

de cellules vertes de *Cystococcus*, on voit bientôt ces cellules enveloppées par les hyphes. (Treub, Bornet.)

En semant sur du verre des spores de l'*Endocarpon pusillum* échappées conjointement avec des gonidies hyméniales, on voit ces spores germer, se développer en hyphes qui enveloppent bientôt les gonidies. Celles-ci deviennent bientôt plus grandes et d'un vert plus vif, et, si on transporte ce semis sur la terre humide, on obtient un thalle fertile d'*Endocarpon pusillum*. Les gonidies du même *Endocarpon*¹ mises en présence des spores du *Thelidium minutulum* donnent naissance au thalle de *Thelidium*. (Stahl.)

M. Gaston Bonnier, après avoir pris les précautions les plus minutieuses pour obtenir des cultures pures, a obtenu dans des flacons où Algues et spores de Lichen avaient été mises en présence, des thalles de Lichens beaucoup plus développés que ceux des cultures où les spores de Lichen avaient été privées d'algues. Les thalles munis d'Algues, sans être, à la vérité, complètement développés, étaient comparables aux thalles de Lichens que l'on observe dans la nature.

Des cultures identiques à celle qui vient d'être décrite, faites sur une écorce stérilisée et maintenue à l'abri des germes dans un flacon à col ouaté, ont donné un développement complet avec apothécies et production de spores nouvelles, qui ont germé².

M. Alfred Möller s'est efforcé de prouver qu'on peut obtenir, avec des spores de Lichen, un thalle parfaitement développé, sans aucune gonidie ou Algue.

Comme éléments de culture, l'auteur a pris non seulement des spores proprement dites, mais encore des spermaties, dont on a discuté pendant longtemps le rôle chez les Lichens³.

Les recherches ont été faites sur différentes sortes de Lichens ; mais les résultats qui paraissent les plus concluants ont été obtenus avec des Lichens crustacés. C'est pourquoi l'auteur, dans sa thèse, s'est borné à parler de ces derniers.

1. Il s'agit ici sans doute, d'après les figures de Stahl, de l'*Endocarpon pallidum* Ach., *Endocarpon pusillum* v. *pallidum* Fr., *Verrucaria pallida* Nyl.

2. Voir *Traité de Botanique* de VAN TIEGHEM, seconde partie, p. 1161, 1166, 1167, 1168, 1169. où sont reproduits les dessins de Bornet, Stahl et G. Bonnier.

3. Les cultures ont été faites dans un milieu nutritif spécial.

Les expériences ont porté sur 2 Lécánorées, 1 Pertusariée, 2 Lécidées, 6 Graphidées, 3 Caliciées, 1 Pyrénocarpée.

Les thalles qui ont été obtenus comprenaient les différentes couches des thalles ordinaires, sauf les gonidies.

Dans une culture de *Graphis scripta*, on a pu remarquer le commencement de la formation de l'appareil reproducteur avec réaction bleue par l'iode. Était-ce une apothécie ou une spermogonie qui apparaissait ? L'auteur ne peut le dire.

Le Lichen dont le développement a été conduit le plus loin est le *Calicium parietinum*. Les cultures ont donné un thalle dépourvu de gonidies, qui a produit des spermogonies, et les spermaties tirées de ces spermogonies ont donné à leur tour un nouveau thalle couvert de spermogonies.

Algo-lichénisme modéré de M. l'Abbé Hy.

L'auteur croit, comme tous les algo-lichénistes, que les gonidies des Lichens « sont de véritables Algues emprisonnées par le Lichen pour les besoins de son alimentation. Privées d'autonomie apparente, mais non pour cela de vitalité et de fonctions spéciales, ces Algues nourricières non seulement ne souffrent pas trop de leur captivité, mais elles vont souvent jusqu'à faire bon ménage avec leur ravisseur. L'association remarquable qui en résulte se traduit par un bénéfice réciproque pour les deux conjoints, qui se communiquent mutuellement les produits de leur activité propre. Le Lichen ainsi ne se trouve être, en définitive, qu'un Champignon particulier, très remarquable en ce que, loin d'être pour sa nourrice un parasite dangereux, il l'associe à sa propre existence, de telle sorte que l'un et l'autre s'aident à prolonger leur végétation commune. »

Mais on est allé trop loin dans la défense de la nouvelle théorie.

« Bien des affirmations ne reposent que sur des faits trop peu nombreux, et même semblent directement contredites par d'autres. Ainsi, c'est une exagération de prétendre que l'union des Lichens avec leurs Algues nourricières résulte de circonstances purement fortuites, de combinaisons que le hasard dissout avec

la même facilité qu'il les produit. Les exemples les plus variés établissent, au contraire, qu'il existe entre les deux conjoints une convenance parfaite, résultant sans doute d'une adaptation prolongée, et se traduisant par une indissolubilité presque absolue.

« On peut affirmer, en règle générale, que chaque espèce de Lichen possède son espèce déterminée de gonidie, tout en reconnaissant que certaines de celles-ci peuvent entrer en combinaison normale avec un grand nombre des autres.

« L'interprétation présentée ici n'a pas seulement l'avantage d'être plus conforme aux faits observés ; elle achève encore de détruire les anciennes objections, et non les moins spécieuses, qui ont déconcerté jusqu'ici beaucoup de lichénologues en face de la théorie algo-lichénique. Une des plus graves est peut-être l'impossibilité de trouver, en dehors du thalle des Lichens, des Algues autonomes identiques à certaines formes gonidiales.

« Il est incontestable, en effet, que l'état inclus des cellules vertes en question leur imprime souvent des caractères assez particuliers pour les faire différer essentiellement de leurs voisines vivant en liberté. Ainsi, la plupart des nostochinées associées aux *Collema* montrent dans les gaines gélifiées certaines réactions spéciales, comme la coloration rouge par l'eau iodée¹, qui révèle une substance tout à fait inconnue dans les types actuels à existence séparée.

« Plus souvent encore, celles qui devraient être pourvues de noyaux réguliers comme les diverses chlorophycées, montrent cet organe important modifié et même comme atrophié. Or, toutes ces altérations, trop profondes et trop constantes pour résulter d'une simple association passagère, ne s'expliquent bien que par l'influence d'une adaptation prolongée.

« La difficulté même de déterminer la frontière naturelle du groupe des Lichens fournit peut-être une des preuves les plus manifestes de leur double nature. Si, en effet, on suit la série de

1. Il résulte de ce passage que les gaines des nostochinées n'offriraient dans leur gelée aucune réaction rouge par l'eau iodée. J'ai rencontré la même assertion dans VAN TIEGHEM, *Traité de Botanique*, 1^{re} partie, p. 563. Plusieurs essais sur le *Nostoc* commun m'ont démontré le contraire ; la gelée, sous l'influence de l'eau iodée, est devenue d'un rouge-brun persistant.

ces végétaux, on trouve à une extrémité de la chaîne, du côté des hétéromères, des êtres qui diffèrent à peine des Champignons, tant le Lichen prédomine sur ses gonidies. Dans le sens opposé, et à mesure que l'élément gonidien joue un rôle plus important dans la communauté, celle-ci acquiert une réelle et complète indépendance vis-à-vis du milieu organique ambiant. Tout s'explique aisément dans un pareil état de choses, si l'on conçoit une association présentant des degrés inégaux de perfection réciproque et d'intimité. » (*Essai sur les Lichens de l'Anjou*, p. 3 et s.)

Le lecteur suffisamment renseigné pourra s'enrôler, s'il le veut, sous l'une ou l'autre bannière, à moins peut-être qu'il ne préfère attendre. Les théories des hommes, même des botanistes, ont parfois une durée si éphémère, les expériences qui paraissent concluantes sont souvent si embellies (sans mauvaise intention de leurs auteurs), que la défiance est bien permise et qu'on ne saurait faire un crime à qui que ce soit de se tenir dans l'expectative.

Je n'ajouterai qu'un mot. Si les gonidies des Lichens diffèrent souvent des Algues, non pas essentiellement sans doute, mais par certains caractères ou plutôt par certaines altérations qu'on suppose produites par un long travail d'adaptation, si, en outre, les gonidies se transmettent d'individu à individu, aussi bien dans la reproduction par spores que dans le bouturage par sorédies, je me demande de quelle manière les gonidies *propres* apparaissent dans le nouvel individu produit par spores. Elles ne sont pas certainement prises au dehors, comme il résulte de l'explication ; par conséquent elles sont produites dans ou par le jeune Lichen. Il n'y a pas moyen de sortir de là.

Après cette digression sur l'autonomie des Lichens, je vais essayer de donner une idée exacte et suffisante de ces végétaux en résumant les notions de botanique qui s'y rapportent.

I. ÉLÉMENTS CHIMIQUES DES LICHENS¹

Les *corps simples* qui entrent dans la composition des Lichens sont principalement : le carbone, l'oxygène, l'hydrogène et l'azote.

Les *principes immédiats* formés par la combinaison de ces corps simples sont : la *cellulose*, la *lichénine*, substance analogue à l'amidon, sous les deux formes granuleuse et amylose, *différents acides* dont les principaux sont : l'acide lécanorique, l'acide érythrique, l'acide chrysophanique, l'acide évernique, l'acide roccellique et l'acide usnique. Ces acides se transforment en orcine $C^{14}H^8O^4$ ou en bêta orcine $C^{16}H^{10}O^4$ et fournissent une matière colorante qui se dissout dans les alcalis. De là vient l'usage de certains réactifs pour l'essai du thalle des Lichens : hypochlorite de chaux, hypochlorite de soude, potasse caustique, *une matière huileuse* dans les thèques, sous forme de globules, enfin, l'*oxalate de chaux*, qui se trouve en grande proportion dans beaucoup de Lichens crustacés.

II. ANATOMIE DES LICHENS

1° Organes élémentaires des Lichens.

Les Lichens, comme je l'ai dit plus haut, se composent de deux sortes d'organes élémentaires : 1° *la partie mycélienne* ; 2° *la partie chlorophyllienne*.

La partie mycélienne ou *mycelium* revêt la forme de filaments tubuleux, plus ou moins cloisonnés ou ramifiés. Souvent ces fila-

1. La chimie des Lichens se trouve développée, peut-être plus que partout ailleurs, dans les *Lichens de Franche-Comté*, de M. FLAGEY. Préface.

Je signale aussi les *Recherches chimiques et physiologiques sur les Lichens*, par MM. P. FLICHE et L. GRANDEAU (*Annales de la Science agronomique française et étrangère*, 1887) et les *Lichens utiles*, HENNEGUY, ch. III.

ments sont tellement serrés et enchevêtrés qu'ils donnent à l'œil l'illusion d'un tissu cellulaire vrai produit par cloisonnement.

La partie chlorophyllienne apparaît sous la forme de cellules plus ou moins sphéroïdales contenant de la chlorophylle ; mais prenant souvent différentes teintes apparemment par la présence de substances analogues aux pigments des Algues.

Pour les autonomistes, les grains colorés des lichens prennent le nom de *gonidies*, lorsqu'ils ont une enveloppe bien visible et un contenu d'un beau vert, et de *chrysogonidies*, lorsque le contenu est d'un vert jaunâtre. Lorsque l'enveloppe cellulaire est très mince et le contenu de la cellule bleuâtre ou jaune verdâtre, le grain chlorophyllien s'appelle *gonimie* ou *grain gonidial*. Les gonimies sont souvent en chapelets et revêtues d'une gaine gélatineuse plus ou moins épaisse, qui n'est autre chose qu'une partie de leur enveloppe gélifiée.

On donne le nom de *gonidimies* ou de *gonidies hyméniales* à de petites gonidies dépourvues de membrane cellulaire distincte, que l'on rencontre dans l'*hymenium* de certains Pyrénocarpées¹.

Les algo-lichénistes, tout en conservant la terminologie des autonomistes ont soin de rapporter, chaque fois qu'ils le peuvent, les cellules vertes des Lichens à différentes catégories d'Algues.

Voici, d'après ces botanistes, les ordres et les familles d'Algues dont on peut trouver des représentants dans le thalle des Lichens² :

Ordres.	Familles.
	{ Stigonémées.
	{ Rivulariées.
<i>Cyanophycées</i>	{ Seytonémées.
	{ Nostocées.
	{ Chroococcées.
	{ Protococcées.
<i>Chlorophycées</i>	{ Palmellées.
	{ Confervées.

La partie mycélienne et la partie chlorophyllienne n'entrent

1. Nylander a trouvé des gonidies hyméniales dans l'*hymenium* d'un *Lecidea contigua*. (Nyl., *Syn.*, p. 48.)

2. VAN TIEGHEM, *Traité de Botanique*, 2^e partie, page 1160.

pas dans des proportions égales ni constantes dans la composition des divers thalles de Lichens. Tantôt c'est le *mycelium* qui domine, tantôt c'est la partie verte ; et même dans certains cas, comme on l'a déjà vu plus haut, l'un des éléments a presque complètement disparu pour faire place à l'autre.

2° Organes composés.

1° APPAREIL VÉGÉTATIF. — Le thalle est l'appareil végétatif des Lichens.

Il est entièrement composé par le *mycelium* et par la partie chlorophyllienne.

Si l'on considère la répartition des deux éléments constitutifs dans l'épaisseur du thalle, on distingue : 1° le thalle *stratifié*, et 2° le thalle *homogène*.

Le thalle *stratifié* comprend : 1° une couche corticale (*mycelium* à filaments enchevêtrés en pseudo-parenchyme) ; 2° une couche gonidiale (éléments chlorophylliens mêlés, le plus souvent sans ordre, au *mycelium*) ; 3° une couche médullaire plus ou moins uniforme composée exclusivement de *mycelium*. Dans les Lichens foliacés, la couche corticale existe sur les deux faces, mais la couche gonidiale est unique et se trouve sous la couche corticale supérieure. Dans les Lichens fruticuleux, l'axe est occupé par un *mycelium* qui représente la couche médullaire ; la couche gonidiale et la couche corticale enveloppent cet axe sous forme de tubes concentriques.

Le thalle *homogène* n'offre pas de couches bien distinctes. Les éléments chlorophylliens s'y trouvent disséminés à peu près uniformément (souvent sous la forme de chapelets), ainsi que la partie mycélienne.

Au point de vue de la forme du thalle, on distingue :

1° Les thalles *fruticuleux* ou arborescents.

2° Les thalles *filamenteux*.

3° Les thalles *membraneux-foliacés*, s'ils atteignent un certain développement ; *squameux*, s'ils restent comme écailleux.

4° Les thalles *crustacés*, formant une croûte plus ou moins

visible, quelquefois cachée sous l'épiderme des écorces (*thalle hypophyléode*), ou dans les interstices de pierres poreuses¹.

Les thalles crustacés peuvent être, suivant l'épaisseur et le degré de continuité de la croûte, *lépreux*, *pulvérulents*, *tartareux*.

On les dit *déterminés* lorsque leur contour est bien arrêté et indiqué par une ligne de couleur plus ou moins foncée (*hypothalle*); ils sont *indéterminés*, lorsque leur contour est mal défini.

On appelle *couche hypothalline* ou *hypothalle* la couche qui, dans la genèse des Lichens, précède la formation des autres couches thallines. Souvent elle disparaît. Lorsqu'elle persiste, elle peut revêtir deux formes : 1° l'*hypothalle* proprement dit, qui consiste en une couche horizontale, ordinairement colorée, de filaments mycéliens, et qui est visible seulement au bord de beaucoup de thalles crustacés ; 2° les *rhizines* ou fibrilles rhizoïdes filamenteuses que l'on observe à la face inférieure des Lichens foliacés.

L'*épithalle* est la partie superficielle, amorphe et colorée du thalle. C'est, en général, une sorte de cuticule continue avec les parois sous-jacentes.

Certaines particularités qui se présentent dans le thalle des Lichens ont reçu des noms spéciaux. Voici les plus importants :

Cyphelles. Petites excavations urcéolées, blanches ou jaunes, que l'on rencontre à la face inférieure du thalle chez plusieurs espèces du genre *Sticta*.

Céphalodies. Renflements tuberculeux arrondis ou difformes, de couleur ordinairement plus pâle que celle du thalle. On les trouve principalement dans certains genres tels que *Bæomyces*, *Usnea*, *Ramalina*, *Stereocaulon*, etc.

Isidium. Excroissances ordinairement cylindriques, quelquefois rameuses, ayant la couleur de la face supérieure du thalle.

Sorédies. Amas pulvérulents plus ou moins étendus, souvent

1. Une publication récente de M. E. BACHMANN (*Der Thallus der Kalkflechten*) démontre que le thalle crustacé de beaucoup d'espèces calcicoles, très réduit en apparence, acquiert cependant une certaine épaisseur, est presque complètement endolithique et comprend les trois couches ordinaires, la corticale, la gonidiale et la médullaire.

difformes et composés de petites gonidies entremêlées de filaments mycéliens. Elles servent à la multiplication des Lichens.

Couleur du thalle. Les couleurs que l'on observe sur le thalle des Lichens sont dues ordinairement à la coloration du *mycelium* extérieur à la couche corticale. Les couleurs les plus communes sont : le blanc, le gris, le jaunâtre, le citron, l'orangé, le verdâtre, le brun et le noirâtre (Nyl., *Syn.*, p. 7.)

2° APPAREIL REPRODUCTEUR. — L'appareil reproducteur comprend :

1° L'*apothécie*¹ contenant les *spores* ; 2° la *spermogonie* contenant les *spermaties* ; 3° la *pycnide* contenant les *stylospores*.

1° L'*apothécie* est de beaucoup le plus fréquent des appareils reproducteurs. Elle est composée de deux couches superposées : l'*hypotheccium* et le *thecium* ou *hymenium*.

L'*hypotheccium* forme comme une cupule qui contient le *thecium*. Il est constitué ordinairement par un tissu de petites cellules distinct du tissu médullaire sous-jacent, et souvent coloré.

Le *thecium* est la partie essentielle de l'*apothécie*. Il comprend : les *thèques* ou *asques*, sortes de petits sacs plus ou moins régulièrement renflés et contenant les *spores* ; les *paraphyses*, cellules allongées, simples ou composées, souvent renflées à l'extrémité supérieure, qui séparent les *thèques*. Les *paraphyses* manquent quelquefois.

Les *thèques* et les *paraphyses* sont entourées d'une substance amyloïde, la *gélatine hyméniale* ou *lichénine*.

Le *thecium* ou l'*hymenium* contient quelquefois de petites gonidies appelées *gonidies hyméniales*.

On nomme *epitheccium* la partie superficielle du *thecium* formée ordinairement par les sommets agglutinés et souvent colorés des *paraphyses*, et par des granulations diverses.

L'*apothécie* peut être de différentes formes ; elle est :

Gymnocarpe, lorsque l'*hypotheccium* est en forme de coupe évasée ou plane.

Angiocarpe, *nucléiforme*, *pyrénocarpe*, lorsque les bords de

1. Je réserve pour désigner l'*hypotheccium* des pyrénocarpes le terme *peritheccium* employé par plusieurs auteurs dans le sens d'*apothécie*.

l'*hypothecium* sont rapprochés de manière à ce que l'*hymenium* ne communique avec l'extérieur que par un pore. On peut alors comparer l'apothécie à l'inflorescence du figuier. Dans les angio-carpes, l'*hypothecium* reçoit le nom de *perithecium*.

Endocarpe, lorsqu'elle est enfoncée dans le thalle.

Lécanorine, lorsque le bord est formé aux dépens du thalle et contient des gonidies.

L'apothécie lécanorine est plane, concave ou convexe ; dans ce dernier cas, le rebord peut être refoulé et recouvert par le disque, ce qui le rend invisible.

Lécidéine, lorsque le bord appartient à l'*hypothecium* et qu'il est dépourvu de gonidies (rebord propre).

Dans quelques espèces, les apothécies lécidéines ont une apparence lécanorine, parce que le rebord propre est couvert d'une légère couche d'épithalle, mais sans gonidies.

Comme les apothécies lécanorines, les lécidéines peuvent être planes, ou concaves ou convexes. Celles qui ont une couleur autre que le noir sont dites *biatorines*.

Quelquefois on rencontre des apothécies entourées d'une double marge, l'une thalline, l'autre hypothéciale ; elles sont donc à la fois lécanorines et lécidéines.

Lirelline, lorsqu'elle a une forme allongée, souvent rameuse et plus ou moins irrégulière.

Stipitée, lorsqu'elle est portée sur un pied en colonne.

Sessile, lorsqu'elle touche le thalle.

Chez quelques Lichens dits gymnosporés, l'apothécie se couvre d'un amas de poussière formé par des spores libres légèrement agglutinées (*Calicium*).

Les *spores* sont des cellules à paroi double : l'intérieure, *endospore*, ordinairement très mince est toujours hyaline ; l'extérieure, *épispore*, ordinairement plus épaisse est souvent colorée.

La grandeur et la forme des spores présentent de nombreuses variations, qui seront signalées à mesure qu'elles se présenteront. Qu'il suffise de dire ici que les longueurs extrêmes sont 1 μ et 300 μ ; et que la forme varie de la sphéroïdale à la fili-forme très allongée.

Les spores sont simples ou cloisonnées. La ou les cloisons sont

régulièrement transversales, quelquefois avec des cloisons longitudinales secondaires. Une spore à une cloison est dite unicloisonnée ou biloculaire ; une spore à deux cloisons est dite bicloisonnée ou triloculaire. Lorsque les cloisons sont très multipliées, de manière à partager la spore en un grand nombre de compartiments à la façon d'un mur en briques, on dit que la spore est murale.

Le nombre des spores peut varier avec les espèces de 1 à 100 et plus.

Les spores germent dans l'eau.

2° La *spermogonie* est un conceptacle arrondi ou oblong ordinairement enfoncé dans les couches superficielles du thalle, et ordinairement visible à l'extérieur par une petite élévation ou par un ostiole.

La spermogonie a son enveloppe propre formée d'un tissu serré analogue à celui du *perithecium* des apothécies pyrénocarpes. Les cellules qui tapissent la paroi intérieure de l'enveloppe ont une forme particulière constante dans chaque espèce, et s'appellent stérigmates. Les stérigmates sont simples ou composés, c'est-à-dire formés de plusieurs cellules ajoutées bout à bout. Lorsqu'un stérigmate est composé d'articles courts et réguliers, il prend le nom d'arthrostérigmate, ou stérigmate articulé.

Les spermaties sont des organes de reproduction ordinairement très petits, droits ou courbes et naissant, un seul à la fois, à l'extrémité de chaque cellule stérigmatique. Leur taille et leur forme sont moins variables que celles des spores. Les différentes longueurs sont comprises entre 1 μ . et 40 μ ., et la forme la plus ordinaire est l'aciculaire ou cylindrique droite. Il n'y a pas de spermaties sphéroïdes.

Les spermaties ne germent pas dans l'eau, mais seulement dans un milieu nutritif approprié. Dans un certain nombre d'espèces, les spermaties sont soumises à un mouvement brownien¹.

1. D'après M. le Dr Lortet, les spermaties seraient douées de mouvements très actifs; contrairement à la manière de voir de la plupart des botanistes, M. Lortet ne reconnaît aucune différence entre ces mouvements et la motilité des anthérozoides. Ces corpuscules, mis dans l'eau, exécutent deux sortes de mouvements, l'un de trepidation qui agit l'organe sur lui-même, et l'autre de translation, qui

Les *pycnides* diffèrent des *spermogonies* par la plus grande épaisseur de leurs cellules fructifères (basides analogues aux stérigmates). Ces cellules sont en outre toujours simples.

Les organes reproducteurs (stylospores) qu'elles contiennent sont plus gros que les spermaties; mais varient toutefois comme ces dernières dans leur grandeur et dans leur forme.

Les stylospores, comme les spores, germent dans l'eau.

3° APPAREIL DE MULTIPLICATION VÉGÉTATIVE. — Les sorédies, que nous avons définies plus haut, sont les organes d'une multiplication végétative analogue au bouturage des Phanérogames: détachées et disséminées par les vents, elles ne tardent pas, lorsqu'elles se trouvent dans des conditions favorables, à végéter, à se développer et à former de nouveaux pieds de Lichens. C'est ainsi que s'explique l'abondance étonnante de certaines espèces dans des lieux où elles ne fructifient jamais.

III. PHYSIOLOGIE DES LICHENS

Habitat des Lichens. — J'entends ici par habitat le support des Lichens et les différentes conditions d'altitude et d'exposition dans lesquelles ils vivent.

Support (*substratum*). — S'il est vrai de dire que les Lichens, en général, se rencontrent sur les corps les plus divers¹: la terre,

lui permet de faire, en peu de temps, un chemin assez considérable. (Voir *Traité général de botanique*, par LE MAOUT et DECAISNE, p. 713.)

J'ai constaté souvent de mes yeux le mouvement brownien chez les spermaties, surtout les plus petites; j'ai cru aussi parfois y remarquer un mouvement de translation et j'en ai même exprimé mon étonnement à plusieurs botanistes; mais je n'oserais affirmer que je ne me suis pas trompé.

1. « M. G. Richard a publié un intéressant travail sur les *substratums* des Lichens, travail dans lequel il donne l'énumération des corps qui peuvent porter des Lichens. Il en a trouvé assez souvent sur le verre (47 espèces), le fer (35), le plomb (6), le cuir (44), les os (48), les ardoises (20), les tuiles (28), les rochers et les cailloux polis (25), la faïence (2), etc. (RICHARD, *Actes de la Soc. Lin. de Bordeaux*, XXXVII, 1883. — HENNEGUY, *les Lichens utiles*, p. 83.)

les végétaux morts ou vivants, la pierre, le fer, les os, le cuir, le verre, les débris d'insectes, etc., on doit cependant reconnaître que tous les Lichens sont loin d'avoir, sous le rapport du substratum, les mêmes goûts et les mêmes préférences. En effet, à l'exception d'un certain nombre d'espèces qui paraissent végéter indifféremment sur un support quelconque, il est facile de remarquer que chaque Lichen a son support de prédilection.

C'est ainsi que l'on peut distinguer les Lichens *terricoles* et, parmi ceux-ci, les espèces qui préfèrent le sol argileux, ou le sol calcaire, ou le sol siliceux, ou le sol tourbeux; les Lichens *saxicoles*, qui se partagent en Lichens *calcicoles* et en Lichens *silicicoles*; les Lichens *corticicoles*; les Lichens *lignicoles*; les Lichens *épiphyllés*, etc.

Parmi les Lichens *corticicoles*, il en est qui affectionnent telle ou telle espèce d'arbres. Cette particularité peut même servir à contrôler l'authenticité de certaines écorces officinales exotiques.

Pour ce qui est des autres conditions d'existence des Lichens, il faut dire tout d'abord que les Lichens, en général, se plaisent surtout là où l'air est pur; de sorte que, selon la remarque de Nylander, ils peuvent servir de criterium pour juger de la salubrité d'une contrée. Je pourrais citer plusieurs localités très riches en Lichens où la moyenne de la vie humaine est aussi très élevée.

Les Lichens semblent ne vivre qu'à regret dans les grandes villes; ils y sont ordinairement peu nombreux et rabougris.

L'ouest est l'exposition préférée des Lichens. On trouverait peut-être, pour nos contrées, l'explication de cette préférence dans les vents humides qui viennent le plus souvent de l'ouest, et sont très favorables à la dissémination et à la germination des spores, comme aussi au développement du thalle.

Les Lichens aiment beaucoup la lumière; on remarque que dans les endroits peu éclairés, leur thalle ne se développe que d'une façon anormale. Les croûtes pulvérulentes, les lèpres qui tapissent les roches ombragées des grandes forêts ne sont souvent que des thalles de Lichens avortés.

Une certaine quantité de chaleur est nécessaire aux Lichens

pour végéter et s'accroître. Une température inférieure à 0° arrête leur vie active, et une chaleur dépassant 45° produit le même effet. Dans l'une et l'autre extrémité, ils passent à une vie latente analogue à celle des animaux hibernants, et, dans cet état, ils possèdent une puissance étonnante de résistance au froid et à la chaleur.

« Dans les Lichens, dit Van Tieghem, la cellule ne gèle jamais. Il se forme bien de la glace à sa surface ; mais le protoplasma n'est jamais attaqué. » Si parfois, comme on peut le constater, des plaques de thalle ont souffert de la gelée, cela tient plutôt à un dégel trop brusque qu'à la gelée elle-même¹.

Les espèces de Lichens varient avec l'altitude. La végétation lichénique d'une roche granitique, par exemple, située dans une plaine basse, offrira des différences notables avec celle d'une roche identique placée à une hauteur de 1,500 mètres.

Le voisinage de la mer influe aussi sur la nature des espèces. Il y a des Lichens qui ne végètent que sur les rochers baignés par la mer.

Je note enfin, en terminant, que quelques espèces de Lichens semblent rechercher le voisinage de l'homme ou les lieux visités par l'homme, de même que certains phanérogames ; on peut les appeler *Lichens domestiques*.

Dissémination des spores. — Sous l'influence de l'humidité, la gélatine hyméniale se gonfle et les paraphyses se dilatent, tandis que l'*hypotheecium*, moins avide d'humidité, s'oppose à toute extension de l'apothécie. D'où il résulte que les thèques se trouvent pressées de tous côtés, et, comme avec la maturité des spores se produit l'amincissement de la partie supérieure de la thèque, il arrive un moment où cette partie se déchire et laisse échapper les spores.

L'émission des spores semble s'effectuer d'une manière lente et non brusquement comme dans certaines Pézizes.

Les spores, au moins dans plusieurs espèces, sortent accompagnées d'un liquide gommeux, incolore, qui, sans doute, sert de réserve nutritive au jeune individu pendant sa première période

1. Voir VAN TIEGHEM, *Traité de Botanique*, 2^e édition, p. 658 et 659.

de développement¹. C'est aussi ce liquide gommeux qui sert à agglutiner entre elles, sur la surface de l'*hymenium*, les spores de quelques Lichens gymnosporés.

Nylander a observé que les spores à forme ovoïde ont en général le gros bout tourné vers le haut de la thèque ; c'est lui, par conséquent, qui se fait jour le premier lors de la sortie des spores.

Certains Lichens, on l'a vu plus haut, ont leur *hymenium* pourvu de petites gonidies. Il est certain que ces gonidies accompagnent les spores à leur sortie, et qu'ainsi se trouve résolu le problème de l'apparition des gonidies dans le thalle. N'est-il pas plus que probable que, dans les autres espèces, Dieu a pourvu à la formation de la partie verte par une émission régulière, non encore remarquée, de gonidies ? Supposé toutefois que les filaments provenant de la spore ne soient pas capables de produire par eux-mêmes des gonidies.

Dissémination des spermaties et des stylospores. — La dissémination des spermaties et des stylospores présente les mêmes phénomènes que la dissémination des spores ; elle est produite par le même gonflement, et ces organes reproducteurs sortent, accompagnés, comme les spores, d'une substance gélatineuse.

Germination des spores. — Lorsque, après la dissémination, la spore vient à se trouver dans des conditions favorables de chaleur et d'humidité, elle se met bientôt à germer, c'est-à-dire, à émettre un ou plusieurs germes filiformes, d'abord simples, mais qui ne tardent pas à se ramifier et à se cloisonner transversalement. Ces filaments ne sont ordinairement qu'une extension de l'endospore, sans rien emprunter, du moins en apparence, à l'épispore, qui se déchire ou se résorbe, au point d'émission, pour laisser passer le germe. Il sort de la spore, en général, autant de germes qu'il y a de compartiments². Pendant cette pre-

1. « Les spores de l'*Endocarpon hepaticum* Ach. s'épanchent hors de ses « apothécies sous la forme d'une gelée grumelleuse de couleur rosée ; elles sont « mêlées à une quantité considérable de mucilage excrété par l'*hymenium*, et dans « lequel beaucoup d'entre elles commencent à germer. » (TULASNE, *Mémoire sur les Lichens*, p. 90.)

2. Quelques spores, en particulier celles du *Lecanora parella*, produisent d'abord une grande quantité de filaments-germes qui paraissent procéder uniquement de l'épispore. (TULASNE, *Mémoire sur les Lichens*, p. 97.)

mière période de la germination, la spore, grâce à son contenu albuminoïde, se suffit à elle-même et l'on peut constater qu'à mesure que ses germes s'allongent, elle perd peu à peu sa réserve et se vide.

Formation du thalle. — Il est évident que la formation et le développement des éléments constitutifs du thalle, surtout des gonidies, sont expliqués différemment selon qu'on appartient à l'autonomisme ou à l'algo-lichénisme. Je me bornerai à constater que dans l'algo-lichénisme l'apparition des gonidies-algues est abandonnée au plus aveugle des hasards.

Formation de l'apothécie et des spores. — On a découvert jusqu'à présent deux modes de formation de l'apothécie, dans le détail desquels je ne puis entrer ici. Quant aux spores, elles sont produites dans l'intérieur de la thèque par division partielle ; c'est-à-dire que la substance protoplasmique n'est pas entièrement employée à la formation des spores. La cellule-mère de la thèque subit dans son noyau une série de bipartitions, puis le protoplasma qui enveloppe chaque noyau se condense, se sépare de la masse générale par un contour net en se revêtant d'une membrane albuminoïde, puis s'entoure d'une membrane de cellulose. (VAN TIEGHEM, *Traité de Botanique*, 2^e édition, p. 584 et 585.)

Nutrition. — On a souvent affirmé que les Lichens n'empruntent rien au *substratum* et se nourrissent uniquement aux dépens de l'atmosphère¹ ; mais une observation plus exacte démontre que si l'eau et l'air atmosphériques jouent un grand rôle dans l'approvisionnement des Lichens, le *substratum* apporte aussi son contingent. On trouve souvent dans le corps des Lichens des élé-

1. Comme preuve on cite ordinairement une expérience de Nylander qu'on appelle fondamentale, dans laquelle, un Lichen foliacé ou fruticuleux étant plongé dans l'eau par sa partie inférieure, on constate que l'eau ne pénètre pas le Lichen au-dessus du niveau de l'eau ; mais on peut affirmer qu'elle contredit les lois de l'osmose et de la capillarité et que, par conséquent, elle doit manquer d'exactitude. Il est facile de répéter une expérience que j'ai faite et qui consiste à tremper dans l'eau, non pas la partie inférieure d'un Lichen, mais la partie inférieure d'un morceau de bois portant un Lichen non appliqué, par exemple certains *Parmelia* ; bientôt tout le Lichen est humecté. Comment l'eau y est-elle parvenue, sinon par la partie hypothalline ?

ments inorganiques évidemment empruntés au *substratum*. Certains Lichens, surtout parmi les calcicoles, exercent sur la pierre qu'ils recouvrent une action corrosive si énergique que leurs apothécies se trouvent bientôt enchâssées dans des cavités très visibles qu'ils se sont ménagées. Il est impossible de ne pas reconnaître ici un effet frappant de la puissance digestive dévolue aux racines, chez les végétaux supérieurs, et qui, chez les Lichens, appartient probablement à la couche hypothalline¹. De plus, M. de Gasparin² a constaté que les Lichens font un choix parmi les éléments chimiques de la roche qu'ils digèrent, et, fait important, que la terre arable formée par la décomposition des Lichens renferme elle-même ces principes à peu près en mêmes proportions que les Lichens. Ceux-ci font donc plus que désagréger le sol ; ils modifient les proportions de ses éléments chimiques. (HENNEGUY, *Lichens utiles*, p. 38.)

En résumé, on peut admettre la répartition suivante des fonctions absorbantes et assimilatrices chez les Lichens : les gonidies produisent, grâce à la chlorophylle, les principes hydrocarbonés ; la partie mycélienne produit les matières azotées et albuminoïdes³.

Durée des Lichens. — Les Lichens sont pérennants non seulement dans leur thalle, mais encore dans leurs organes reproducteurs et, en particulier, dans leurs apothécies, dont la faculté reproductrice persiste toujours⁴, grâce sans doute à la production de nouvelles thèques et de nouvelles spores⁵.

1. Voir VAN TIEGHEM, *Traité de Botanique*, 2^e édition, p. 156, 226 et 227.

2. *Journal de l'Agriculture*, 1876.

3. Voir VAN TIEGHEM, *Traité de Botanique*, 2^e édition, p. 1161.

4. Schærer cite pourtant le *Bæomyce roseus* comme perdant et formant ses apothécies chaque année. (SCH., *Enum.*, XVI).

5. Voir NYLANDER, *Synopsis*, p. 5.

IV. RÔLE DES LICHENS DANS LA NATURE

Cette persistance et cette ténacité de vie n'est pas sans avoir sa cause finale et son utilité. Les Lichens jouent un rôle extrêmement important dans l'apparition de la vie végétale à la surface d'un sol stérile, par exemple, d'une île rocheuse récemment émergée, d'une roche volcanique nouvellement formée. Aucun autre végétal, ni Algues, ni Champignon, ni muscinée, ni, par conséquent, aucun phanérogame ne pourrait vivre sur ce sol aride. Les Algues y pourraient peut-être végéter quelque temps ; mais elles s'y dessécheraient vite ; les Champignons ne pourraient pas davantage y croître, faute de principes hydrocarbonés ; les muscinées et les végétaux supérieurs n'y trouveraient pas de sol nutritif où ils pussent enfoncer leurs racines ou leurs poils absorbants. Les Lichens seuls peuvent s'y établir et y persister, grâce à leur organisation particulière et leur tenace vitalité. C'est donc toujours par les Lichens que commence la végétation d'une roche aride. Les Lichens peu à peu décomposent et désagrègent la roche, mêlent à ses débris leurs propres débris ; bientôt succèdent les muscinées, puis les cryptogames vasculaires, puis les phanérogames. C'est ici l'occasion de s'écrier avec le Psalmiste : « *Mirabilia opera tua, Domine !* »

Mougeot a bien décrit cette part importante et de premier ordre qui revient aux Lichens dans la formation de la terre végétale ; je cite avec plaisir ce beau passage : « Les Mousses et les Lichens, par leur végétation permanente qui a lieu sur les corps les plus durs, jouent vraiment le premier rôle dans les stations désolées dont nous parlons, pour la production de cette terre indispensable à la germination des graines et à la propagation des plantes phanérogames qui viendront s'y installer. Ce phénomène si important et si digne d'attention se passe sous nos yeux. Les éboulements de roches dans les Vosges, bien grands autrefois, comme leurs débris entassés sur les flancs et au fond des vallées en sont des preuves irrécusables, se renouvellent chaque année par la

chute de nouveaux fragments, qui se détachent des rochers, à la suite de l'action destructive du temps. Leurs cassures récentes, exemptes d'abord de toute végétation, se trouvent envahies, les années suivantes, par des croûtes de Lichens auxquelles viennent s'unir des Mousses. Une fois cette première végétation assez développée et capable d'avoir produit suffisamment de terre végétale pour recevoir quelques semences de graminées, de fougères, ces dernières plantes s'y multiplient à foison, et par leur destruction annuelle réunie à celle des cryptogames, augmentent assez l'humus, berceau des graines des sapins, des hêtres et des sous-arbrisseaux. Nous avons pu suivre, pendant quarante années, cet admirable développement végétatif dans une des vallées des Vosges, celle de Granges à Gérardmer. » (*Considérations générales sur la végétation spontanée du département des Vosges*, art. *Lichens*. — *Statistique du département des Vosges*, 1845, p. 244 et 245.)

Qu'on me permette encore de citer sur le même sujet un des princes de l'aimable science : « *Lichenes crustacei primum vegetationis fundamentum sunt, adeoque inter plantas, licet a nobis flocci sæpius pensi, maximi tamen momenti in hoc naturæ æconomix puncto sunt habendi. Quando rupes primum e mari emergunt, undarum vi ita politæ sunt, ut fixam sedem in iis vix quidquam herbarum inveniat, prout ubique juxta mare videre licet ; mox verò incipiunt minimi Lichenes crustacei has petras aridissimas tegere, sustentati non nisi exiguâ illi humi particularumque imperceptibilium copiâ, quam secum adduxerunt pluvie et aer ; sed hi Lichenes tandem quoque senio consumti in terram transeunt tenuissimam. In hac tum Lichines imbricati radices agere possunt ; et in his demum putrefactis in humumque mutatis musci varii, ut pote hypnobrya, polytricha locum et nutrimentum postea aptum inveniunt. Ullimò tandem ex his pariter putrefactis, tantam humi copiam genitum cernimus, ut herbæ et arbuscule facili negotio radicali sustentari queant.* » (LINNÉ, *Œconomia naturæ*, in *Amœnitates Acad.*, t. 11, p. 27.)

V. LES LICHENS AU POINT DE VUE ÉCONOMIQUE, MÉDICAL, INDUSTRIEL ¹

Aucun Lichen n'est vénéneux.

Quelques Lichens peuvent servir à l'alimentation soit des hommes, soit des animaux.

Avec le *Cetraria islandica*, les populations de l'Islande appréhendent un certain gruau dont elles se nourrissent et qu'elles appellent *Ficellgroes*.

En Asie, en Crimée, en Perse, le *Lecanora esculenta* sert d'aliment aux hommes et aux animaux.

Le *Cladina rangiferina* donne avec le lait une gelée nourrissante et fort agréable.

Les *Gyrophora proboscidea* et *cylindrica* servent aussi, en temps de disette, à nourrir les peuplades du nord de l'Amérique.

Les Égyptiens ajoutent à la farine, pour lui donner plus de saveur, une décoction de l'*Evernia prunastri*. (Delile cité par Stizenb., *Lich. afric.*, p. 46.)

C'est au *Cladina rangiferina* que les Lapons doivent la conservation de leurs rennes. « On aura, dit Nylander, une idée de l'importance immense du *Cladina rangiferina*, si l'on considère que, dans la zone arctique, qui ne serait pas habitable sans les rennes, ils sont pour le Lapon à la fois ce que les bœufs, les vaches, les moutons et les chevaux sont pour l'habitant de l'Europe tempérée. » (*Syn.*, 51.)

Dans les régions septentrionales de la Norvège, on regarde les *Cladonia* comme la meilleure nourriture des vaches. Les habitants des côtes leur donnent même la préférence sur le foin et en font revenir de l'intérieur des quantités considérables.

On a observé, à cette occasion, que beaucoup de Lichens foliacés, entre autres, *Lobaria pulmonacea*, *Evernia prunastri*, *Ra-*

1. Consulter surtout HENNEGUY, *Lichens utiles*, pages 54 à 110.

malina fraxinea, *Ramalina farinacea*, *Ramalina fastigiata*, qui croissent sur les arbres de nos forêts et de nos vergers, pourraient servir à l'alimentation et constitueraient un fourrage excellent pour les bestiaux. Ce serait un essai à tenter dans nos contrées.

En Suisse, pendant la mauvaise saison, on nourrit les chèvres avec des provisions d'*Evernia divaricata*.

Le principal Lichen employé comme remède en médecine est le *Cetraria islandica*. D'après le docteur Mougeot (*Considérations*, etc. — *Statistique du département des Vosges*, p. 231), ses salutaires effets sont hors de doute dans certaines maladies de langueur, et on lui a reconnu des propriétés purgatives sérieuses.

On a employé quelquefois le *Pertusaria amara* comme vermifuge.

Au point de vue industriel, un nombre assez considérable de Lichens fournissent au teinturier des couleurs plus ou moins riches et variées¹; d'autres, par la distillation, produisent un alcool lichénique dont la fabrication prend de plus en plus d'importance en Norvège, en Suède, en Finlande et en Russie.

Un kilogramme de Lichen donne 1 litre d'alcool, d'après Lamy de La Chapelle (*Lichens du Mont-Dore*, VIII), 1/2 litre, d'après Henneguy (*Lichens utiles*, p. 57), 1/4 litre, d'après Th. Fries.

Les principales nuances fournies par les Lichens sont : le rouge (pourpre française), le violacé, le bleu, le jaune. Elles sont extraites surtout des espèces suivantes : *Parmelia olivetorum*, *Parmelia revoluta*, *Roccella tinctoria*, *Roccella montagnei*, *Lecanora parella*, *Lecanora tartarea*², *Urceoluria scruposa*, etc.

Dans la Norvège, on emploie surtout, pour teindre la laine, le *Parmelia saxatilis* et le *Parmelia conspersa*.

1. Lindsay a étudié plus de 500 espèces de Lichens au point de vue des matières colorantes qu'ils peuvent donner. C'est d'après ses travaux que le Dr Magnin a dressé une liste des espèces employées et des teintes correspondantes. On y compte 12 teintes différentes et 56 espèces mentionnées. (Voir HENNEGUY. *Lichens utiles*, p. 66.)

2. Mougeot mentionne, dans ses *Considérations*, qu'on lui a demandé s'il ne serait pas possible de recueillir ce Lichen dans les Vosges, pour les fabriques du Midi, et qu'il a indiqué un prix de revient qui a paru trop élevé en comparaison de celui de l'orseille (*Roccella*). Toutefois, l'auteur ne désespère pas de voir enfin ce Lichen devenir une source de profit pour les populations des montagnes. (*Statistique du département des Vosges*, p. 242 et 243.)

La même espèce peut contenir le principe colorant en différentes proportions suivant les différentes localités d'où elle provient.

Les nuances ne tiennent pas toujours exclusivement à la nature des Lichens employés ; elles dépendent souvent du mode de traitement employé dans la fabrication.

Parmi les usages secondaires ou moins importants auxquels on a fait servir les Lichens, on peut citer les suivants :

L'espèce de colle que renferme les Lichens a été utilisée pour apprêter les fils dans le tissage.

Dans quelques fabriques de toiles peintes, on remplace la gomme arabique par une décoction mucilagineuse de Lichen.

Le *Lobaria pulmonacea* a été quelquefois employé pour tanner les cuirs.

Enfin le *Physcia ciliaris* et d'autres Lichens, réduits en poudre, entrent dans la composition de certains cosmétiques.

VI. DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DES LICHENS

On peut affirmer en général qu'aucune classe de végétaux ne se trouve aussi abondamment représentée dans presque toutes les stations que celle des Lichens.

Si l'on compare les différentes espèces entre elles, on verra que les unes en grand nombre se trouvent représentées à peu près partout, tandis que d'autres affectionnent particulièrement telle ou telle région.

Si l'on envisage les différentes zones terrestres, on trouvera que les régions arctiques, les zones tempérées et la zone tropicale offrent, au point de vue de la végétation lichénique, des différences notables. Dans les régions arctiques, « les Lichens couvrent des surfaces plus grandes du sol et des rochers que tous les autres végétaux réunis, et se font remarquer par leur tendance à fruc-

tifier. Les zones tempérées se distinguent essentiellement des zones arctiques par l'abondance des Lichens corticicoles (graphidées et lécidinés), et la région tropicale est surtout caractérisée par des Lichens épiphylls et par de nombreuses espèces des genres *Thelotrema*, *Verrucaria*, *Trypethelium*, *Chiodecton*, *Graphis*, etc.

« Relativement au nombre des individus et à la constance des formes, la zone boréale tient le premier rang. La zone tempérée l'emporte pour le nombre des espèces, mais celles-ci y sont souvent moins développées et plus variables, ce qui dépend en grande partie d'une plus grande variété dans le sol et dans les arbres; sous ce rapport, les régions arctiques offrent, au contraire, la plus grande uniformité. La zone tropicale enfin est la plus pauvre en Lichens, quoique dans certains groupes de ces cryptogames elle soit plus riche que la zone tempérée. » (NYL., *Syn.*, p. 69 et 70.)

Le nouveau monde offre à peu près les mêmes Lichens que l'ancien; quelques espèces seulement, jusqu'à présent du moins, constituent des différences caractéristiques pour l'un et l'autre monde¹.

VII. CLASSIFICATION DES LICHENS

L'ordre à suivre dans la distribution systématique des Lichens dépend beaucoup, on le comprend, de la manière dont on conçoit leur nature. Si on donne aux gonidies le rang d'algues, on pourra être tenté de leur accorder une importance de premier ordre dans la classification. Quoi qu'il en soit, il faut ici, comme dans le reste du règne végétal, chercher à établir un système vraiment naturel, c'est-à-dire qui rapproche les genres et les espèces qui se ressemblent par la plus grande somme qualitative de caractères.

1. Quelques-unes des données contenues dans ce § VI sont devenues inexactes par suite des explorations faites dans ces dernières années en Afrique et au Brésil.

Étant donnée la grande variabilité du thalle, même dans un seul genre, on s'exposerait, si l'on voulait classer uniquement d'après le thalle, à obtenir un arrangement tout artificiel, qui rapprocherait les choses les plus disparates, en même temps qu'elle éloignerait les espèces réellement voisines.

Se baser exclusivement sur les spores offrirait les mêmes inconvénients.

En somme, tenir compte de toutes les parties du Lichen dans la proportion de leur importance, telle est la règle à suivre ; l'application n'en est pas toujours facile, mais il faut s'en éloigner le moins possible.

Afin de donner au lecteur une idée de quelques classifications importantes, je vais placer ici : 1° le tableau des Lichens envisagés surtout comme Champignons ; 2° la classification d'après les gonidies ; 3° la classification établie par Nylander et que je suivrai, à quelques détails près, dans cet ouvrage¹.

1° Classification des Lichens envisagés surtout comme champignons.

(VAN TIEGHEM, *Traité de Botanique*, 2^e édition, p. 1172.)

A. — LICHENS ASCOSPORÉS (Ascomycètes-Lichens).

I. Gymnocarpes (Discomycètes-Lichens).

1. Thalle homéomère, non gélatineux, fruticuleux par la ramification de l'algue.
2. Thalle homéomère gélatineux.
3. Thalle hétéromère, crustacé.
4. Thalle hétéromère, foliacé.
5. Thalle hétéromère, fruticuleux.

II. Angiocarpes (Pyrénomycètes-Lichens).

1. Thalle homéomère, non gélatineux, fruticuleux par la ramification de l'algue.
2. Thalle homéomère, gélatineux.
3. Thalle hétéromère, crustacé.
4. Thalle hétéromère, foliacé.
5. Thalle hétéromère, fruticuleux.

1. A ceux qui voudraient acquérir une connaissance complète de tous les systèmes de classification employés pour les Lichens jusqu'en 1862, je conseille de consulter l'excellent ouvrage de von KNEPFELHUBER, *Geschichte und Litteratur der Lichenologie*, 2^e vol., p. 20 à 470.

B. LICHENS BASIDIOSPORÉS (Basidiomycètes-Lichens).

I. *Gymnocarpes* (Hyménomycètes-Lichens).II. *Angiocarpes* (Gastronomycètes-Lichens).

2° Classification des Lichens d'après les gonidies.

(Th. FRIES, *Lichen. Scand.* p. 10.)

I. *Archilichenes* : Gonidiis contento chlorophylloideo latè viridi repletis, membranâ crassiusculâ firmulâque cinctis, divisione gonidii primarii subirregulari demum in glomerulis subrotundatis junctis.

II. *Sclerolichenes* : Gonidiis contento luteoviridi, fulvo vel rufescente refertis membranâ crassiusculâ firmulâque præditis, in series ramosas concatenatis, nova gonidia progemmatione procreantibus.

III. *Phycolichenes* : Gonidiis normaliter contento glaucescente tinctis et simplici serie moniliter junctis, membranâ ferè indistinctis instructis.

IV. *Glæolichenes* : Gonidiis glaucovirescentibus, membranâ crassâ subgelatinosâ involutis, divisione repetito-dichotomâ sese multiplicantibus.

V. *Nematolichenes* : Gonidiis elongatis, simplici serie in filamenta confervoidea, contento viridia connatis, divisione cellulæ terminalis transversali propagatis, extus hyphis undique circumtectis.

VI. *Byssolichenes* : Gonidiis glaucescentibus et membranâ crassiusculâ circumdati, omnibus in vaginâ firmulâ elongatâ inclusis, stratosè suprapositis, stratis primum (rarò persistenter) unicellularibus, dein divisione transversali longitudinally 2 — multicellularibus.

3° Classification des Lichens de Nylander¹.

Familles.	Tribus ² .	Genres.
1. ÉPHÉBACÉES . . .	1. SIROSIPHÉÉS . . .	Scytonema.
	2. HOMOPSIDÉÉS . . .	Gonionema.
2. COLLÉMACÉES . . .	3. COLLÉMÉÉS . . .	Ephebe.
		Omphalaria.
		Collema.
		Leptogium ³ .
3. LICHÉNACÉÉS . . .	4. CALICIÉÉS . . .	Phylliscum.
		Trachylia.
		Calicium.
		Goniocybe.
		Sphinctrina.

1. J'omettrai les tribus et les genres dont aucun représentant n'a encore été trouvé en Lorraine.

2. Les tribus d'une même famille qui possèdent un certain nombre de caractères communs peuvent se réunir en un même groupe appelé *série*. Ce travail se trouve fait dans le bel ouvrage de M. l'abbé Huc, *Lichenes exotici*, p. 11 et seq. J'en profiterai dans la partie descriptive.

3. Dans ce genre, je fais rentrer le genre *Collemodium* Nyl.

Familles.	Tribus.	Genres.
3. LICHÉNACÉES. (Suite.)	5. SPHÉROPHORÉES.	Sphærophoron.
	6. BÆOMYCÉES.	Bæomyces.
	7. STÉRÉOCAULÉES.	Stereocaulon.
	8. CLADONIÉES.	Cladonia.
		Cladina.
	9. RAMALINÉES.	Ramalina.
	10. USNÉÉES.	Usnea.
	11. CÉTRARIÉES.	Cetraria.
		Platysma.
		Evernia.
	12. PARMÉLIÉES.	Alectoria.
		Parmelia.
		Parmeliopsis.
	13. STICTÉES.	1. Eustictées.
		Lobaria.
	2. Stictinées.	Stictina.
		Lobarina.
		Ricasolia.
	14. PELTIGÉRÉES.	1. Peltidées.
		Peltidea.
		Solorina.
		2. Peltigérinées.
		Nephromium.
		Peltigera.
	15. PHYSCIÉES.	Physcia.
	16. GYROPHORÉES.	Umbilicaria.
		Gyrophora.
		Pannaria.
		Pannularia.
	17. LECANO-LÉ- CIDÉES.	2. Lécanorées.
		Lecanora.
		3. Pertusariées.
		Pertusaria.
		Phlyctis.
		4. Thélotrémées.
		Thelotrema.
		Urceolaria.
		5. Lécidéées.
		Lecidea.
		Xylographa.
		Agyrium.
	18. GRAPHIDÉES.	Graphis.
		Opegrapha.
		Arthonia.
		Endocarpon.
	19. PYRÉNOCARPÉES.	Verrucaria.
		Melanotheca.
	20. LEPRARIA (Tribu supplé- mentaire).	1. Thallus goni- micus.
		Dendroscocaulon.
		2. Thallus goni- dicus.
		Leprocaulon.
		Leproloma.
		Lepra.

VIII. DE L'ÉTUDE DES LICHENS EN GÉNÉRAL

Quel avantage peut-on retirer de l'étude des Lichens ? Un homme sérieux peut-il raisonnablement employer ses loisirs à observer ces végétaux minuscules qu'on décore vulgairement du nom de *saletés* ? N'est-ce pas là un amusement puéril ? Sous une forme un peu triviale, cette question m'a été posée maintes fois. « A quoi cela sert-il, Monsieur le Curé ? Pour quoi est-ce bon ? » Telle est la formule par laquelle commence invariablement l'interrogatoire. Comment répondre ? Je m'en tire de mon mieux. Aux vieillards, je dis que c'est bon pour faire de la tisane ; aux nez rouges, je dis qu'on peut distiller *cela*, et que *cela* donne de l'alcool ; aux savants, je dis que c'est pour l'étude. Hélas ! ami lecteur, à aucun je ne puis découvrir toute ma pensée ; permettez que je m'en dédommage près de vous. Il est profondément regrettable que l'on n'estime, au temps où nous vivons, que ce qui peut servir à notre alimentation ou à notre vêtement, ou, en général, à notre bien-être matériel. Combien nous sommes loin du « *Querite primum regnum Dei* » de l'Évangile ! Les esprits sont, pour ainsi dire, matérialisés et l'on a oublié que la vérité et la vertu, en elles-mêmes, sont infiniment plus estimables que tous les biens matériels. Ce n'est pas uniquement à cause de leurs applications que la chimie, la physique, les mathématiques, l'histoire naturelle, méritent d'être étudiées. Ces sciences sont belles et estimables à cause de leurs lois et de la portion de vérité qu'elles nous font connaître ; les applications ne sont que choses secondaires.

A un autre point de vue, tout, dans la nature, a été fait pour nous ; mais à divers titres. Dans le palais que nous habitons, Dieu a mis de quoi nous nourrir et nous vêtir et nous devons lui en être reconnaissants ; mais il y a prodigué aussi, dans sa munificence, les embellissements les plus variés, et j'ose croire que contempler ces ornements, en faire admirer les merveilles, en

dresser même simplement la liste, ne sont pas des occupations indignes d'un homme sérieux. On voit que je me place ici ouvertement au point de vue religieux, qui est le seul vrai. L'histoire naturelle est peut-être la science où devrait se rencontrer le plus souvent le nom de Dieu ; elle devrait être, pour ainsi dire, un chant non interrompu d'admiration et de louanges au Créateur. Chose très pénible à dire ! Dans nos traités de zoologie et de botanique on n'ose pas nommer Dieu ; on craint de dire trop haut, on craint même d'insinuer, par exemple, que l'œil a été fait pour voir et l'œuf pour protéger et nourrir le germe. Les meilleurs se bornent à montrer qu'il y a des fins déterminées et des moyens employés pour y atteindre ; mais de Dieu, pas la moindre mention. Quelle lâcheté ! Refuser de lire au bas d'un chef-d'œuvre le nom de l'artiste qui en est l'auteur, c'est la honte et le grand crime de ce siècle : « *Quia cum cognovissent Deum, non sicut Deum glorificaverunt, aut gratias egerunt, sed evanuerunt in cogitationibus suis, et obscuratum est insipiens cor eorum.* » (Rom. 1, 21.) *Insi-piens* n'est pas trop fort : la peur ou la haine de Dieu inspire à nos naturalistes les conceptions les plus extravagantes (j'en pourrais citer plusieurs exemples), en même temps qu'elle les empêche de faire de vraies découvertes.

Qu'on me pardonne d'avoir profité de l'occasion pour protester de toutes mes forces contre un si déplorable aveuglement, pour proclamer que Dieu est visible dans toute la nature créée, et que, jusqu'au dernier des Lichens, tout y porte l'empreinte de son Auteur.

Quelques conseils touchant la récolte et l'étude des Lichens.

La récolte des Lichens peut se faire en toute saison et par tous les temps.

Toutefois, à moins d'impossibilité, il vaut mieux profiter d'un temps humide et pluvieux pour récolter les Lichens fruticuleux ou foliacés, qui se brisent facilement à l'état sec.

Avant de partir pour une excursion, il faut se munir d'une loupe ordinaire, d'un bon couteau solidement emmanché, d'un marteau et d'un ciseau bien trempé (si l'excursion doit durer

plusieurs jours, et qu'on doive s'attaquer à des roches dures, deux ciseaux ne seront pas de trop) ; d'une provision de papier pour envelopper les récoltes, d'un carnet et d'un crayon, et enfin d'une boîte ou d'un sac ou d'un panier pour y placer les Lichens récoltés. Ce qui me paraît le plus convenable est un panier de pêcheur qu'on porte en bandoulière à l'aide d'une courroie. Une boîte de botaniste peut aussi servir, mais est moins commode.

Lorsqu'on est arrivé sur le champ d'exploration, il faut éviter la précipitation et examiner attentivement point par point ; c'est le bon moyen de faire des découvertes intéressantes. Il ne faut pas non plus trop se hâter pour la récolte. Qu'on ait bien soin de séparer les différentes espèces et variétés dans des paquets différents ; on s'épargnera de la sorte de grandes pertes de temps et des confusions irrémédiables. Si on craint de ne pas se rappeler la nature du substratum, qu'on en prenne note sur place et qu'on joigne la note à l'exemplaire qu'elle concerne. Dans la belle saison, une feuille de l'arbre qui portait le Lichen recueilli tiendra lieu de note.

Au retour, si les Lichens sont mouillés, il faut les placer entre des coussins de papier buvard ; les foliacés et les fruticuleux seuls devront être un peu pressés, uniquement dans le but d'aplatir un peu les exemplaires, de manière à les empêcher de se briser dans l'herbier ; une pression de 3 à 4 kilogrammes suffit pour cela.

Si la récolte ne doit être étudiée que plus tard, on mettra tous les exemplaires recueillis le même jour et au même endroit dans un seul paquet avec une note indiquant la date et la localité.

Quant à la manière d'étudier les Lichens, je me bornerai ici à quelques conseils généraux, sauf à donner des indications spéciales, s'il y a lieu, avant la description des tribus. Voici les points sur lesquels j'appelle surtout l'attention du commençant :

Se procurer un bon microscope muni d'un oculaire micro-métrique et, autant que possible, d'une chambre claire.

Connaitre exactement les grossissements fournis par chaque objectif combiné avec chaque oculaire.

Connaitre de même le grossissement obtenu avec la chambre claire sur table. Je fais observer à cette occasion qu'à l'aide d'une chambre claire on peut obtenir une série de grossissements dimi-

nuant à mesure que la surface où l'on observe l'image se rapproche de l'œil de l'observateur.

Se servir habituellement du même grossissement.

Ne pas travailler au microscope aussitôt après avoir mangé.

Disposer le microscope, articulé ou non, de manière à ce qu'on puisse s'en servir sans la moindre gêne.

N'employer qu'une lumière tempérée, ni trop vive ni trop faible.

Quitter le travail aussitôt qu'on se sent mal aux yeux ou à la tête ou à la poitrine.

Un grand nombre de préparations peuvent se faire à l'aide d'un scalpel fin et bien aiguisé, sous une loupe montée dite de dissection et sur une plaque en bois dur.

Si l'on veut obtenir une coupe très nette et très mince, on se sert du microtome et du rasoir.

La préparation se met dans une goutte d'eau à laquelle on ajoute une petite goutte de potasse¹.

Les réactifs le plus fréquemment employés sont la potasse caustique, l'hypochlorite de chaux et la solution d'iode. L'hypochlorite de chaux surtout perd rapidement son efficacité et demande d'être renouvelé presque chaque quinze jours.

Les acides incolores, susceptibles de donner naissance, sous l'influence des alcalis et de l'oxygène, à des matières colorantes, ne sont pas les mêmes dans les différents Lichens ; chacun de ces acides, vis-à-vis des réactifs, se comporte d'une manière particulière. Il en est de même des principes immédiats colorés qui existent dans les Lichens².

Comme les colorations obtenues sont en général constantes dans un même Lichen, on se sert de cette particularité pour la distinction des espèces.

On fait les essais sur le thalle ou sur les apothécies. Si le résultat est négatif, on l'exprime par — ; s'il est positif, par +.

Dans le thalle, l'essai se fait ou sur la face supérieure ou sur la médulle. Dans le premier cas, on met simplement : Th. K + ou Th. K —. Dans le dernier cas, on représente les résultats obtenus

1. La potasse éclaircit la préparation ; mais il faut observer qu'elle a l'inconvénient de gonfler les organes et de ronger les membranes.

2. Voir HENNEGUY, *les Lichens utiles*, p. 51.

par deux signes superposés, dont le supérieur représente la face supérieure, et l'inférieur, la médulle ; par exemple, Th. K $\pm$ jaune, ce qui signifie que, sous l'action de la potasse, la coloration jaune se produit sur la face supérieure, tandis que la médulle ne change pas ¹.

Dans l'apothécie, on opère généralement sur la gélatine hyméniale par l'iode, et alors on met : Gélat. hym. I + ou —. Quelquefois on fait agir l'alcali sur la face ou sur le bord thallin de l'apothécie ; dans ce cas, on écrit : Epith. (épithécium) ou Bord thallin K + ou —.

L'essai sur la médulle du thalle se fait après avoir enlevé, à l'aide d'un scalpel, la couche supérieure du thalle, y compris les gonidies.

L'essai sur la gélatine hyméniale se fait sous le microscope. On dépose pour cela une goutte de la solution d'iode sur le bord du couvre-objet, et si la goutte tarde trop à se répandre vers la préparation, on établit un petit courant à l'aide d'un morceau de papier buvard que l'on met en communication, du côté opposé à la goutte d'iode, avec l'eau qui entoure la préparation.

Il faut avoir soin de regarder si la partie sur laquelle on opère, après avoir pris une certaine teinte, change ensuite de couleur. Il faut alors indiquer ce changement de cette manière : Th. K + jaune, puis rouge-sang ou Gélat. hym. I + bleu, puis rouge vineux.

Souvent, dans ces sortes d'essais chimiques, on fait succéder un liquide à un autre liquide et on se sert d'abréviations qui indiquent la succession comme : Th. K (Ca Cl) + rouge, ce qui signifie qu'on a fait succéder l'hypochlorite à la potasse.

Je conseille, surtout pour les essais qui sont faits sur le thalle, de déposer très peu de liquide, autrement on s'exposerait à défigurer l'exemplaire. Pour mieux réussir, il est bon de se servir d'une tige très effilée en bois ou en os ou en verre, et sous une loupe montée.

Les colorations très faibles ou très lentes à se produire doivent être négligées, d'après Nylander.

Quelle que soit la partie du Lichen que l'on étudie, il faut ob-

1. K est mis par abréviation pour KHO.

server soigneusement tout ce qui se trouve dans le champ du microscope. Dans les coupes d'apothécies, il ne faut pas se contenter de voir ou même de dessiner les spores et les thèques ; mais il faut aussi examiner soigneusement l'hypothécium, les paraphyses, forme et couleur, et l'épithécium. Ici encore, toute précipitation serait la cause de nombreuses pertes de temps ; car souvent, faute d'avoir bien observé la première fois, on serait obligé de recommencer la préparation.

Toutes les observations doivent être notées soigneusement ou dessinées et jointes ensuite à l'exemplaire qui en est l'objet.

Pour la détermination des espèces, on ne doit pas se contenter de l'à-peu-près, ni surtout se hâter de croire qu'on a découvert une espèce ou une variété nouvelle ; il faut attendre pour cela l'avis d'un des maîtres de la science.

Comment faut-il préparer les Lichens pour la mise en herbier ? En général, il est bon de coller les exemplaires sur du papier fort ; les feuilles porte-lichens sont ensuite épinglées sur la feuille de l'herbier.

Si l'on ne doit pas faire de l'étude des Lichens sa spécialité, c'est-à-dire si les représentants de chaque espèce ne doivent pas être nombreux, on pourra adopter pour l'herbier le format in-4° ; dans le cas contraire, l'in-folio est préférable. Les feuilles sont mises dans des boîtes bien fermées.

Je donne, en terminant, la recette pour préparer une colle très solide, qui m'a été indiquée par M. l'abbé Hue :

Gomme arabique fondue au bain-marie en pâte assez épaisse.

Sucre en poudre en poids égal à celui de la gomme.

Blanc d'Espagne en poudre en poids égal à celui de la gomme.

Glycérine, $\frac{1}{10}$ du poids total.

Faire bouillir un peu le tout.

Ajouter, si l'on veut, du sublimé corrosif $\frac{1}{100}$ du poids total ;

mais à la condition de prendre les précautions voulues dans l'emploi de la colle, qui, dès lors, est un poison.

CATALOGUE DESCRIPTIF DES LICHENS

OBSERVÉS DANS LA LORRAINE

SÉRIE 1^{re}. — HOMÉOMÈRES Wallr.

(Phyco-lichens Mass., Stizenb.)

Gonimies ne formant pas une couche distincte ; mais disséminées dans l'épaisseur du thalle.

TABLEAU SYSTÉMATIQUE.

Familles.	Tribus.	Genres.	Sous-genres.	Espèces, formes et variétés.
Éphébacées Nyl.	SIROSIPHÉES	<i>Gonion-</i>	»	<i>velutinum</i> Nyl.
	Nyl.	<i>ma</i> Nyl.		
	HOMOPSIDÉES	<i>Ephebe</i> Fr.		<i>pubescens</i> Lin.
	Nyl.	<i>Omphata-</i>	»	
		<i>ria</i> Dur.		<i>pulvinata</i> Nyl.
Colléma- cées Nyl.	COLLÉMÉES Nyl.	<i>Collema</i> Ach.	<i>Physma</i> Mass.	<i>chalazanum</i> Ach.
				<i>chalazanellum</i> Nyl.
				<i>myriococcum</i> Ach.
				<i>conglomeratum</i> Hoffm.
				<i>flaccidum</i> Ach.
				— f. <i>granulosum</i> Grev.
				— f. <i>majus</i> Schaer.
				— f. <i>abbreviatum</i> Wlibg.
				<i>nigrescens</i> Ach.
				— v. <i>furfuraceum</i> Schaer.
				<i>aggregatum</i> Nyl.
				<i>chelleum</i> .
				— f. <i>graniforme</i> Schaer.
				— f. <i>monocarpum</i> Duf.
				— f. <i>intermedium</i> .
				— f. <i>nudum</i> Schaer.
				<i>subchelleum</i> n. sp.
				<i>salsuriolense</i> n. sp.

Familles.	Tribus.	Genres.	Sous-genres.	Espèces, formes et variétés.
				<i>pulposum</i> Ach.
				— <i>v. granulatum</i> Ach. a.
				— <i>v. granulatum</i> Ach. b.
				— <i>v. microphyllum</i> .
				<i>limosum</i> Ach.
				<i>tenax</i> Ach.
				— <i>v. prasinum</i> Ach.
		<i>Collema</i>	<i>Collema</i>	<i>crispum</i> Ach.
		Ach.	Hoffm.	<i>cristatum</i> Schaer.
		(suite).	(suite).	— <i>f. granuliferum</i> .
				<i>granosum</i> Schaer.
				<i>furvum</i> Ach. <i>p. 100</i> .
				<i>polycarpon</i> Nyl.
				— <i>f. macrum</i> .
				<i>multifidum</i> Schaer.
				— <i>v. jacobææfolium</i> Ach.
				— <i>v. fragiferum</i> .
				<i>microphyllum</i> Ach.
				<i>plicatile</i> Hy.
			<i>Collemo-</i>	— <i>f. diffractum</i> .
			<i>dium</i> Nyl.	— <i>f. lobulatum</i> .
				— <i>f. macrum</i> .
				— <i>f. granuliferum</i> .
				<i>tremelloides</i> Fr.
				<i>lacerum</i> Fr.
				— <i>v. fimbriatum</i> Hoffm.
				— <i>v. pulvinatum</i> Hoffm.
				— <i>v. lophæum</i> Ach.
				<i>palmatum</i> Mont.
				<i>sinuatum</i> Nyl.
				— <i>v. scolinum</i> .
		<i>Leptogium</i>	<i>Leptogium</i>	<i>subtile</i> Nyl.
		Hy.	Ach.	<i>tenuissimum</i> Krb.
				<i>pusillum</i> Nyl.
				— <i>f. effusum</i> Arn.
				<i>Schraderi</i> Nyl.
				— <i>v. microscopicum</i> Nyl.
				— <i>v. cæspitellum</i> Nyl.
				<i>granuliforme</i> n. sp.
			<i>Polychi-</i>	<i>musciola</i> Sw.
			<i>dium</i> Krb.	
			<i>Mallotium</i>	<i>myochroum</i> Ehrb.
			Ach.	<i>Hildenbrandi</i> Garov.
		<i>Phylli-</i>	"	<i>Demangeonii</i> Moug. et
		<i>scum</i> Nyl.		Mont.

Colléma-
cées Nyl.
(suite). { COLLEMÉES
Nyl. (suite).

TABLE DICHOTOMIQUE CONDUISANT AUX FAMILLES, AUX GENRES
ET AUX SOUS-GENRES.

1. Thalle à gonimies grandes, filiforme. <i>Éphébacées</i> Nyl. (Pl. 1, fig. 6 et 9)	2
Thalle à gonimies petites ne dépassant pas ordinairement 0,010 millim. ou à gonimies grandes; mais non filiforme. <i>Collémacées</i> Nyl	3
2. Gonimies sur un seul rang. <i>Gonionema</i> Nyl. (Pl. 1, fig. 9), p. 44 . . .	
Gonimies sur plusieurs rangs, ou par groupes. <i>Ephebe</i> Fr. (Pl. 1, fig. 6, a, b), p. 45.	
3. Gonimies grandes, ovales, isolées. <i>Phylliscum</i> Nyl. (Pl. 1, fig. 5), p. 71	
Gonimies petites	4
4. Gonimies groupées ordinairement par 4. <i>Omphalaria</i> Dur. (Pl. 1, fig. 10), p. 48.	
Gonimies en chapelet ou dissociées	5
5. Thalle non cortiqué (Pl. 2, fig. 1)	6
Thalle cortiqué (Pl. 2, fig. 2 et 7)	8
6. Spores simples. <i>Physma</i> Mass. (Pl. 1, fig. 7), p. 48.	
Spores cloisonnées.	7
7. Spores allongées, cylindriques ou fusiformes, à cloisons transversales. <i>Synechoblastus</i> Trev. (Pl. 1, fig. 14 et 15), p. 49.	
Spores ovoïdes-ellipsoïdes, ordinairement murales. <i>Collema</i> Hoffm. (Pl. 1, fig. 16, 17 et 18), p. 51.	
8. Thalle fruticuleux. <i>Polychidium</i> Kærst., p. 70	
Thalle non fruticuleux	9
9. Thalle fibrilleux, feutré en dessous. <i>Mallotium</i> Ach., p. 70	
Thalle non fibrilleux, feutré en dessous	10
10. Thalle épais, à cortex irrégulièrement développé. <i>Collemodium</i> Nyl. (p. 61)	
Thalle mince, à cortex régulièrement développé. <i>Leptogium</i> Ach. (p. 63)	

Famille I. — ÉPHÉBACÉES Nyl. ¹.

Lichens de petite taille, à thalle généralement fruticuleux ou filiforme, quelquefois granuleux ou squameux, de couleur obscure, brune ou noirâtre ou olivâtre, à gonimies disposées en séries ou par groupes ; habitant les lieux humides.

Apothécies à conceptacle incolore, spores 8 incolores (voir Hux, *Add.* p. 328, 1 bis).

1^{re} Tribu. — SIROSIPHÉES Nyl.

Gonimies submoniliformes connées, disposées en séries à l'intérieur du thalle tubuliforme.

GONIONEMA Nyl. ¹.

Gonimies disposées en une seule série centrale. (Pl. 1, fig. 9.)

Apothécies biatorines ; spermogonies globuleuses, stérigmates simples (Nyl.).

G. velutinum (Ach. *Prodr. Lichenogr. Suec.* p. 218. *Lichen velutinus*) Nyl. *Prodr. Lich. Gall. et Alg.* p. 16.

Thalle très petit, à filaments enchevêtrés, brun-noir, atteignant à peine 1 millimètre de long sur 28 μ d'épaisseur. Th. I —.

Apothécies concolores, un peu concaves, à bord un peu gonflé ; spores ellipsoïdes, simples longues de 0,009-10 et larges de 0,007 ³ ; paraphyses peu épaisses. Gélaf. hym. I + bleu puis rouge-vineux (Nyl.).

Roches humides ; rare.

Vosges : Hohneck, rochers siliceux (Mougeot) ; Bussang, au pied du Drumont (Harmand) ; stérile.

1. On remarquera que, dans son système de classification, Nylander a « essayé » d'exprimer la double affinité des Lichens inférieurs d'un côté avec les Algues, de l'autre, d'une manière plus intime encore, avec les Champignons. en plaçant les formes les plus développées au centre du système, et en descendant de ce groupe central par une double échelle conduisant d'un côté aux formes qui tendent le plus vers la classe des Algues, et de l'autre à celles dont les caractères rappellent davantage ceux des Champignons, entre lesquels et les Algues les Lichens ont leur place dans le grand ensemble systématique du règne végétal. En d'autres termes, nous avons, d'un côté, une série ascendante qui des Algues s'élève vers le sommet de l'échelle ; de l'autre, une série descendante qui aboutit aux limites du type thécasporé dans la classe des Champignons. » (Nyl. *Syn.* p. 60.)

2. Nylander regarde les *Scytonema* plutôt comme des Lichens que comme des Algues (voir Pyr.-Or., p. 41, nota 2). Je cite ici le *Sc. ocellatum* Lyngb. et le *Sc. natans* de Bréb., recueillis en Lorraine par Mougeot, et publiés dans les *Stirp. Vog.-Rhen.* sous les n^{os} 691 et 1371.

3. La mesure des spores est toujours exprimée en millièmes de millimètre. d'abord la longueur, ensuite la largeur.

M.-et-M. : Liverdun, rochers calcaires (Godron) ; Maxéville, forêt, rochers calcaires (Harmand) ; stérile.

Exs. *Lich. Lorr.*, n° 2^e.

2° Tribu. — HOMOPSIDÉES Nyl.

Gonimies grandes, renfermées par groupes de 2 à 4, surtout dans les cellules voisines de la périphérie. Axe central à cellules allongées dans le sens de l'axe.

EPHEBE Fr. *Syst. orb. veget.* P. 1^a, p. 356.

Thalle fruticuleux, rameux. Apothécies renfermées dans des renflements du thalle. Stérigmates simples et allongés (Nyl. *Syn.* 20.)

E. pubescens (Lin. *Spec. plant.* Ed. I, p. 75. *Lichen pubescens*) Fr. l. c.

Thalle olivâtre-noirâtre, très rameux, rugueux, fendillé transversalement, atteignant ordinairement environ 1 centimètre de longueur et de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{30}$ de millimètre d'épaisseur. Th. 1 + rouge clair seulement sur l'enveloppe pseudo-corticale.

Spores 8 incolores, simples, rarement à une cloison, oblongues, longues de 0,011-16 et larges de 0,003-4 ; paraphyses nulles ; gélat. hym. I — ou un peu violet ; spermaties droites, cylindriques longues de 0,005 et larges de 0,001. Les spermogonies ne sont jamais sur un même pied avec les apothécies (Nyl.) ; elles ont le bord de l'ostiole bleu clair.

Lieux humides des montagnes, sur les roches granitiques et les grès durs.

Vosges : Hohnack (Mougeot, Godron, Harmand) ; Bruyères (Mougeot) ; Bussang et Plainfaing (Harmand) ; cascade de Tendon et Docelles (V. et H. Clandet) ; Épinal. Dinozé (D^r Berher). Soyer-Villemet a aussi recueilli ce Lichen dans les Vosges, sans indication de localité.

Exs. *St. Vog-Rhen.* n° 358. — *Lich. Lorr.* n° 19.

Famille II. — COLLÉMACÉES Nyl.

Thalle fruticuleux ou membraneux, à gonimies bleuâtres, en chapelets ou rapprochées par groupes ou isolées.

Apothécies incluses ou non, lécanorines ou biatorines. Spermogonies à stérigmates simples ou articulés.

1. J'ai recueilli à Liverdun, avec M. Briard, le *Stigonema minutum* Hassall, qui, selon les algo-lichenistes, est l'algue du Lichen nommé *Sirostiphon saxicola* auct. mult., ou *Spilonema pannosum* Hy ; mais qui, selon l'opinion contraire, serait ce Lichen lui-même, à l'état imparfait et stérile.

Tribu. — **COLLÉMÉÉS** Nyl. ¹.

Thalle membraneux, très rarement fruticuleux, gonflé, pulpeux à l'état humide ².

Avant de passer à la description des genres et des espèces de cette tribu, il ne sera pas inutile de dire un mot de l'essai par l'iode du thalle des Collémés.

EFFETS DE L'IODE SUR LE THALLE DES COLLÉMÉÉS.

L'iode produit-il le même effet sur tous les thalles des Collémés? Si non, l'iode produit-il constamment le même effet sur le thalle d'une espèce donnée? En d'autres termes, peut-on se servir de l'iode pour déterminer les espèces de la tribu des Collémés?

Avant de répondre à ces deux questions, je rappellerai d'abord qu'on peut étudier l'action de l'iode sur les Lichens en question de quatre manières différentes :

1° Couper franchement un lobule du thalle ; examiner la tranche, qui ordinairement est luisante et d'un vert noirâtre ou jaunâtre ; imbiber ensuite cette tranche d'iode et, avec une loupe grossissant de 2 à 3 diamètres, observer l'effet produit dans l'espace d'une minute au plus ;

2° Faire sous la loupe de dissection une coupe très mince du thalle et l'examiner au microscope, sous un fort grossissement, après l'avoir mise en contact avec l'iode ;

3° Faire cette observation avec une forte loupe sur le blanc d'ivoire de la table de dissection ;

4° Remplacer le blanc d'ivoire par la lumière solaire directe ou réfléchie.

Ensuite je ferai observer que la solution d'iode dont on se sert pour l'essai peut être plus ou moins concentrée.

1. C'est l'unique tribu des Collémacées représentée en Lorraine.

2. Le thalle des Collémés, bien qu'homéomère, a ordinairement ses deux couches extérieures plus colorées que le centre, et les éléments thallins y sont aussi un peu plus serrés, ce qui donnerait facilement l'illusion de plusieurs couches distinctes. Les commençants devront se mettre en garde contre cette illusion.

Cela dit, voici les conclusions auxquelles je suis arrivé après de très nombreuses observations :

1° Il est hors de doute que l'iode n'agit pas uniformément sur tous les Collémées : tantôt il donne rapidement au thalle, dans toute son épaisseur, une couleur d'un beau rouge-cerise ou cramoisi ; tantôt la couleur rouge ne se produit rapidement que sur les deux couches pseudo-corticales pour pénétrer ensuite plus lentement vers le centre ; tantôt enfin l'effet de l'iode est nul sur le thalle, qui dans toute son épaisseur conserve sa teinte primitive, ou devient faiblement jaunâtre ;

2° Le résultat de l'essai est constamment le même dans une même espèce ;

3° Les deux premières méthodes dont j'ai parlé plus haut sont défectueuses et donnent lieu à des méprises ;

4° On ne réussit à obtenir des résultats nets et décisifs qu'à l'aide d'une solution d'iode bien concentrée¹.

C'est pour avoir fait l'essai en question dans de mauvaises conditions que des auteurs même célèbres ont émis plusieurs erreurs à ce sujet.

Afin de venir en aide aux novices, voici la manière très simple dont je procède. Je pose sur le côté blanc de la table de dissection un porte-objet ordinaire ; je dépose sur ce porte-objet une goutte d'iode ; ensuite, sous la loupe de dissection, avec un scalpel, je coupe une tranche mince du thalle que je veux étudier (la tranche doit être moins épaisse que large) ; je la dépose dans la goutte d'iode ; je recouvre le tout d'une lame de verre assez épaisse (porte-objet), et j'examine sur le blanc de la table, avec la loupe, l'effet produit.

A la description de chaque espèce, j'ajouterai le caractère fourni par l'iode.

1. Voici la formule de la solution lodo-iodurée dont je me sers :

Iodure de potassium	20
Iode	100
Eau distillée	500

I. OMPHALARIA Durieu et Montagne.

Thalle pelté ou cespiteux, attaché par un seul point, gonimies non en chapelets, isolées ou groupées ordinairement par 4 (Pl. 1, fig. 10).

Apothécies endocarpées ou simplement innées-immérgées, gélatine hyméniale I + bleu, spores ellipsoïdes, spermogonies à stérigmates simples et à spermaties ellipsoïdes. (Nyl. *Syn.* p. 98.)

O. pulvinata Nyl.

Thalle noir bleuâtre, légèrement pruneux, d'abord à peu près lisse, mais bientôt rugueux, verruqueux et plissé en travers, avec les bords souvent amincis brusquement et tranchants comme dans le *Leptogium plicatile*, plus ou moins déchiqueté-lobé (Pl. 1, fig. 11). Gonimies 0,008-10 de diamètre. Th. I —.

Apothécies pâles, à peine proéminentes, situées sur le bord des lobes, thèques cylindriques; spores longues de 0,010-11 et larges de 0,006-7.

Meuse: Pagny-la-Blanche-Côte, roches calcaires près du moulin; stérile (Harmand).

Plusieurs de mes exemplaires, assez développés, atteignent 2 centimètres et tendent à la forme *laticus* Nyl., signalée dans le Midi. (Nyl. *Syn.* p. 99.)

Exs. *Lich. Lorr.* n° 32.

II. COLLEMA Hill. *A History of Plants*, p. 82, Ach., Nyl.

Thalle très variable, ordinairement à gonimies en chapelets, sans couche corticale celluleuse.

Apothécies rougeâtres ou brunâtres ordinairement lécanorines, rarement biatorines ou incluses; hypothécium celluleux, spores incolores, spermogonies ordinairement à arthrostérigmates, rarement à stérigmates simples.

Sous-genre a). *Physma* Mass.

Spores simples, stérigmates simples, gélatine hyméniale I + bleu puis rouge vineux. (Hue, *Add.* p. 14.)

1. Spores globuleuses. *C. myriococcum* Ach. (3)
- Spores ovoïdes. 2
2. Spores 0,020-30 long. *C. chalazanum* Nyl. (1)
- Spores 0,012-19 long. *C. chaluzanellum* Nyl. (2)

1. *C. chalazanum* Ach. *L. U.* p. 630.

Thalle sec noirâtre, plus pâle, un peu bleuâtre et souvent rougeâtre à l'extrémité des lobes à l'état frais, lisse, irrégulièrement lobé ou lacinie-crênelé. Th. I —.

1. Pour bien s'assurer si le thalle est cortiqué, c'est-à-dire, s'il a une couche pseudo-épidermique de cellules hyalines, il est bon, quoique ce ne soit pas indispensable, de faire une coupe au rasoir.

Apothécies petites, rouges, entourées d'un bord épais, d'abord enfoncées dans le thalle et à peine visibles; spores 8 ellipsoïdes (Pl. 1, fig. 7), longues de 0,020-33 et larges de 0,010-13; paraphyses à peine articulées.

Sur les mousses détruites, principalement sur les murs des vignes.

M.-et-M.: Laxou, Pompey, Liverdun, Houdemont, Gerbéviller, murs des vignes (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 41.

2. *C. chalazanellum* Nyl. *Fl.* 1876, p. 231.

Ressemble au *C. chalazanum*; le thalle est très finement rugueux et a des lobes moins saillants; les spores, variables, sont plus petites; elles sont longues de 0,012-19 et larges de 0,006-10 (Pl. 1, fig. 8). Th. I —.

Même habitat que le précédent.

M.-et-M.: Pompey, Malzéville, Houdemont, Vandœuvre, sur les murs des vignes; Brabois, vieux murs; Fonds-de-Toul, sur la terre moussue (Harmand).

Vosges: Épinal, vieux murs (D^r Berher).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 42.

3. *C. myriococcum* Ach. *L. U.*, p. 638.

Diffère des précédents par son thalle plus grossièrement granuleux, par ses apothécies ordinairement moins enfoncées, par ses thèques cylindriques et ses spores globuleuses ou subglobuleuses ayant 0,009-14 de diamètre (Pl. 1, fig. 12). Th. I —.

Même habitat que le précédent.

M.-et-M.: Brabois, Houdemont, chemin de Malzéville à Pixérécourt, Liverdun, Gerbéviller, vieux murs; plateau de Malzéville, sur la terre moussue (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 43.

Godron a recueilli à Laxou, sur les murs des vignes, un Lichen qu'on lui a nommé *C. myriococcum* v. *symphorem*, et qui est sûrement une des 3 espèces ci-dessus.

Sous-genre b). *Synechoblastus* Trev.

Spores plus ou moins allongées, cloisonnées transversalement.

1. Spores ne dépassant pas 0,030 en long: *C. conglomeratum* Hoffm. (4)
Spores de 0,025 à 0,060 de long. 2
2. Thalle à plis rayonnants: *C. nigrescens* Ach. (6)
Thalle non plissé ou à plis non rayonnants 3
3. Thalle lisse: *C. flaccidum* Ach. (5)
Thalle plissé, spores ordinairement ondulées: *C. aggregatum* Nyl. (7)

4. *C. conglomeratum* Hoffm. *Fl. Germ.*, p. 102.

Thalle membraneux, peu développé, formant de petits groupes presque podicillés, olivâtre, ferme, lobé-érénelé. Th. I —.

Apothécies nombreuses, agglomérées, convexes, bitorines d'un brun rougeâtre.

Thèques à 8 spores étroites, fusiformes, à une ou plusieurs cloisons, longues de 0,016-29 et larges de 0,004-6 (Pl. 1, fig. 8. *infra*) ; arthrosterigmates, spermaties droites, 0,0025 long. (Linds).

Sur différents arbres : Chêne, Pommier, Frêne, Noyer, Saule, Peuplier, Orme.

M.-et-M. : Nancy, Peuplier (Vincent) ; Nancy, route de Toul, sur un Frêne mort (Godron) ; Malzéville, Noyer (Godron) ; Liverdun, Noyer (Harmand).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 67.

5. *C. flaccidum* Ach. *Syn.*, p. 322.

Thalle membraneux, mince, à lobes entiers, bouffis et pouvant atteindre 5 centimètres de long, vert-grisâtre ou vert-obscur, pourvu ou non de granulations ou de petites excroissances foliacées. Th. I —.

Apothécies moyennes, rares, éparses, planes ou légèrement concaves ou convexes, à bord entier, brun-roussâtre ; spores 8, fusiformes-oblongues, atténuées aux deux extrémités (Pl. 4, fig. 13), à 3-5 cloisons, longues de 0,025-40 et larges de 0,006-9. Arthrosterigmates, spermaties droites, longues de 0,0021 sur 0,0013 (Linds).

Si l'on considère la surface du thalle, on pourra distinguer la *F. granulosum* Grognot, qui n'est qu'un thalle vieux, chargé de granulations ou même d'excroissances foliacées.

Si l'on considère le développement du thalle, on pourra distinguer la *F. majus* Schaer. à lobes très développés, et la *F. abbreviatum* Whlbg. à lobes peu développés, raides, dressés, couverts ordinairement de nombreuses granulations.

Ces trois formes existent en Lorraine.

Rochers humides, surtout rochers siliceux ; écorces, surtout des Chênes, des Frênes et des Noyers.

Vosges : Ballon de Servance, château de Bruyères, grès vosgien (Mougeot¹) ; Saint-Maurice, Éloyes, rochers humides ; Épinal, troncs d'arbres (D^r Berher) ; au pied du ballon de Servance, Frêne ; la Schlucht, roches granitiques humides ; Bussang, Frênes (V. et H. Claudel, Harmand).

M.-et-M. : Fonds-de-Toul, Érable (Godron) ; Malzéville, sur terre (D^r Berher) ; Saulxures-lès-Vannes, Noyer (Harmand).

Lorr. ann. : rocher du Haselberg (Abbé Kieffer).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 1059 ; *Lich. Lorr.* n° 46.

6. *C. nigrescens* Ach. *L. U.*, p. 646.

Thalle noir-olive ou brunâtre ou olive, membraneux, assez mince, raide, submonophylle, appliqué, à lobes arrondis, plissés-rugueux, à plis rayonnants. Th. I —.

Apothécies moyennes, nombreuses, réunies vers le centre, planes, à disque

1. L'indication des localités faisant ordinairement défaut dans l'herbier de Mougeot, je serai souvent obligé de passer cet herbier sous silence.

brun rougeâtre, à bord thallin entier ; spores fusiformes, cylindriques, à plusieurs cloisons, longues de 0,030-50 et larges de 0,005-5 $\frac{1}{2}$ (Pl. 1, fig. 14) ; arthros-
térigmates, spermaties droites, longues de 0,004-5 sur 0,0005 (Tul.).

V. *furfuraceum* Schaer. *En.* p. 252.

Thalle fuligineux, noirâtre, furfuracé, stérile.

Troncs d'arbres, surtout Peupliers, Ormes, Frênes, Noyers et Saules ; très rarement sur les rochers.

Le type fertile. — *Vosges* : Gérardmer, Épinal, Arches, Pouxoux, troncs d'arbres (D^r Berher) ; Remiremont, près de la chapelle du Saint-Mont (Abbé Hue) ; La Schlucht, Hêtres, Charmes. Érables et Frênes ; Hautes-Chaumes, Charme (V. et H. Claudel, Harmand) ; Vagney (Pierrat).

M.-et-M. : Nancy, tronc d'arbre (D^r Berher).

La variété est commune dans la plaine, surtout dans le voisinage des ruisseaux.

Vosges : Laval (V. et H. Claudel).

M.-et-M. : Fléville, Sandronvillers, Heillecourt, Peupliers (Harmand).

Meuse : Pagny-la-Blanche-Côte, Peupliers (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche, écorces (Abbé Kieffer).

Exs. le type : *St. Vog.-Rhen.* n° 164 ; *Lich. Lorr.* n° 63 ; la variété : *Lich. Lorr.* n° 63, v. *furfuraceum*.

7. *C. aggregatum* (Ach. *C. fasciculare* v. *aggregatum*. *L. U.*, p. 640) Nyl. *Algér.* p. 318.

Thalle membraneux, monophylle, en rosette, assez développé, noir-olive ou brunâtre, rugueux-plissé ; mais à plis non rayonnants, lobé, à bords entiers ou crénelés, granulés, crispés. Th. I —.

Apothécies nombreuses, agglomérées, moyennes ou petites, concaves ou planes ou un peu convexes, d'un brun pâle ou rougeâtre, à bord entier ou un peu crénelé : thèques à 8 spores fusiformes-cylindriques, très allongées, souvent ondulées en serpents, à plusieurs cloisons, longues de 0,035-65 et larges de 0,004-5 (Pl. 1, fig. 15).

Rochers moussus, troncs d'arbres.

Vosges : Épinal, troncs d'arbres (D^r Berher) ; La Schlucht, Bussang, Docelles, au Haut-du-Bois, Frênes (V. et H. Claudel, Harmand).

M.-et-M. : Fonds-de-Toul, Érable (Godron) ; Nancy, troncs d'arbres (D^r Berher).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 66 ; *St. Vog.-Rhen.* n° 453 sub *C. thysaneum*.

Sous-genre c). *Collema verum*.

Spores d'abord cloisonnées transversalement, ensuite plus ou moins murales.

1. Thalle à hyphes internes très serrés 2
Thalle à hyphes internes lâchement unis. 3
2. Thalle rougissant par l'iode dans toute l'épaisseur : *C. cheileum* Ach. (8)
Thalle insensible à l'iode au centre : *C. subcheileum* (9)
3. Thalle rougissant par l'iode dans les régions corticales 4
Thalle rougissant par l'iode dans toute l'épaisseur du thalle. 5
Thalle insensible à l'iode : *C. multijidum* Ach. (18)

4. Thèques à 4-6 spores : *C. timosum* Ach. (11)
Thèques à 8 spores : *C. pulposum* Ach. (10)
5. Thalle à lobes larges très peu découpés. 6
Thalle à lobes découpés-lobulés 7
6. Thalle brun olivâtre étant sec : *C. granosum* Sch. (15)
Thalle ordinairement plus foncé, brun noirâtre : *C. furum* Ach. (16)
7. Apothécies à bord granulé ou crénelé 8
Apothécies à bord entier 9
8. Thalle à lobes souvent digités ; apothécies à bord entier puis granulé,
à disque un peu convexe : *C. crispum* Ach. (13)
Thalle souvent à lobes assez larges, en crêtes, bord des apothécies tout
d'abord granulé : *C. cristatum* Sch. (14)
9. Apothécies larges, concaves ou planes, rougeâtres ; spores ovoïdes :
C. tenax Ach. (12)
Apothécies petites, brun rougâtre, à disque un peu convexe ; spores
allongées subfusiformes : *C. polycarpon* Nyl. (17)

I. THALLE A HYPHES INTERNES DU THALLE TRÈS SERRÉS¹.

a) Thalle rougissant entièrement par l'iode.

8. *C. cheileum* Ach. *L. U.*, p. 620.

Thalle membraneux moins épais que celui du *C. pulposum*, olivâtre-obscur ou brun noirâtre, verdâtre étant frais, à lobes assez développés, imbriqués, ascendants, arrondis, crénelés ou petits, pressés, granulés, divisés-crénelés, souvent garnis, en dessous, de nombreuses rhizines. Th. I + rouge-brun foncé.

Apothécies moyennes ou grandes, souvent comme enfoncées dans le thalle, planes et bientôt convexes, à bord à la fin granulé, brunes, rougeâtres. Thèques à 8 spores hyalines, ellipsoïdes, ordinairement très obtuses, grandes, à 3 cloisons transversales auxquelles viennent parfois s'ajouter des cloisons longitudinales, longues de 0,025-40 et larges de 0,010-17 (Pl. 1, fig. 16). Arthrostréigmates, spermaties droites, longues de 0,0028-32 sur 0,0013 (Linds).

a) *F. graniforme* Ach. *Syn.* 310.

Lobes du centre, très petits et très serrés, sous forme de granulations allongées ; les lobes de la circonférence sont plus développés et crénelés.

b) *F. monocarpum* Duf.

Thalle peu développé, se bornant à quelques lobes qui entourent les apothécies. J'ai distribué cette forme sous le nom de *f. argillaceum*.

c) *F. intermédiaire*.

A thalle assez développé et presque toujours fertile.

1. Il est impossible de dessiner une coupe du thalle, tant les éléments y sont compliqués.

d) *F.* à thalle bien développé.

Couvert de granulations ou de petites excroissances ; ordinairement stérile.

e) *F. nudum* (Schaer. *C. crispum* v. *nudum*).

Thalle développé, lobé, nu.

J'ai vu un exemplaire de l'herbier du D^r Berher qui se rapporte assez bien à cette forme ou variété ; les apothécies éparses et l'aspect du thalle rappellent le *C. flaccidum*.

Sur terre calcaire ou argileuse et sur les murs.

Très commun, souvent stérile et alors ordinairement plus développé.

a) *M.-et-M.* : Ceintrey, mur de la cure (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche, sur terre siliceuse (Abbé Kieffer).

b) *M.-et-M.* : Houdemont, sur terre argileuse ; Neuville-sur-Moselle, Malzéville, Briey, vieux murs ; Audun-le-Roman, pierre calcaire dans une vieille carrière (Harmand).c) *M.-et-M.* : Flavigny-sur-Moselle, chemin du bois (Abbé Hue) ; La Chartreuse, Neuville-sur-Moselle, Maxéville, vieux murs et pierres taillées ; Gerbéviller, sur terre (Harmand).

Lorr. ann. : Bitche, sur terre (Abbé Kieffer).

d) *Vosges*¹ : Neufchâteau, terre des rochers calcaires (Harmand).

M.-et-M. : Malzéville, Ceintrey, Houdemont, Vandières, vieux murs terreux (Harmand).

Godron a recueilli, dans la Meurthe, le *C. cheileum* ; mais il l'a confondu avec le *C. crispum*.

Le D^r Behrer a recueilli le *C. cheileum* sous différentes formes, dans les localités suivantes : *Vosges* : Épinal, vieux murs ; *ibid.*, au Saut-le-Cerf ; Dognéville et Villars, sur la terre argileuse ; Châtel, Golbey, sur l'alluvion ; *M.-et-M.* : Nancy.

J'ai distribué à part une forme de Liverdun (Meurthe-et-Moselle), qui se distingue par ses folioles plus vertes et élégamment découpées.

Les formes vieilles à thalle développé, noirci et un peu épaissi, se distinguent difficilement, du moins quant à l'extérieur, du *C. furvum*.

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 1056 et n° 456 sub *C. plicatilis* ; *Lich. Lorr.* n° 61, 4 formes.

1. Dans l'herbier de Mougeot, le *C. crispum* v. *cristatum* Del. et v. *granulatum* est un *C. cheileum*.

b) *Thalle ne rougissant pas au centre par l'iode.*

9. *C. subcheileum* sp. n.

Thalle peu développé, brun-noir, en forme de croûte gélatineuse appliquée, un peu granulée à la surface, à éléments très serrés comme dans le *C. cheileum*. Th. I + un rouge clair seulement dans les régions corticales.

Apothécies petites, d'abord saillantes, gyalectiformes, à bord épais, rougeâtre comme le disque, ensuite plus grandes, appliquées, planes, le bord restant visible : spores de 3 à 5 cloisons transversales auxquelles s'ajoutent quelques cloisons longitudinales, longues de 0,0022-30 et larges de 0,009-10 (Pl. 1, fig. 17).

M.-et-M. : à Brabois, près de Nancy, sur détritres de mousses (Harmand).

H. THALLE À HYPHES INTERNES LACHEMENT UNIS.

a) *Thalle rougissant par l'iode; mais seulement dans les régions corticales.*

10. *C. pulposum* (Bernhardi *Lichen pulposus*) Ach. *L. U.*, p. 332.

Thalle membraneux, épais, coriace, vert noirâtre, gélatineux-pulpeux, luisant étant frais, à lobes souvent disposés en rosette, ondulés-plissés, crénelés, ascendants, ceux du centre parfois granuleux. Th. I + rouge dans les régions corticales.

Apothécies moyennes ou assez grandes, d'un brun rougeâtre ou pâles, à disque plan ou un peu convexe, à bord épais, entier, paraissant assez souvent granulé ou lobulé lorsque les apothécies sont enfoncées dans le thalle. Thèques à 8 spores ovoides ou longuement elliptiques ou subfusiformes, souvent irrégulières, ordinairement à 3 cloisons transversales, quelquefois un peu murales, longues de 0,016-27 et larges de 0,006-10 (Pl. 1, fig. 19). — Arthrosterigmates; spermaties droites, longues de 0,0035 et larges de 0,0005 (Tul.).

V. *granulatum* Ach.

a) Thalle d'un noir mat, presque complètement appliqué à la manière du *C. tenax*, granulé-verruqueux, ordinairement stérile. M. Hue pense que ce serait une forme du *C. granatiferum* Nyl., ce qui le rapprocherait, comme on le verra plus loin, du *C. melænium* ou du *C. cristatum*; mais par la réaction il est plus près, croyons-nous, du *C. pulposum*; c'est pourquoi il se trouve placé ici. C'est, du reste, le Lichen, distribué par Flagey (*Lich. de Franche-Comté*, 49) comme étant le *C. pulposum* Ach. v. *granulatum* Ach.; mais il diffère du n° 1408 d'Arnold publié sous le même nom.

b) Thalle peu développé, d'abord entièrement granulé, puis granulé au centre et lobé au pourtour. Les spermogonies, nombreuses, sont situées sur les granulations. Th. I + réaction du *pulposum*. Spores, longues de 0,020-30 et larges de 0,005 $\frac{1}{2}$ -6 (Pl. 1, fig. 18). Les spores distinguent cette forme du type et de la forme précédente.

c) Thalle très peu développé, souvent jaunâtre, très fertile.

Apothécies petites ainsi que les spores.

Plus exigü encore dans toutes ses parties que la v. suivante.

V. microphyllum.

Thalle peu développé, à lobes très petits, très ondulés, crispés, quelquefois comme granulés. Les apothécies sont celles du *pulposum*.

Cette forme semble tenir le milieu entre le *C. pulposum* et le *C. crispum*; elle est près de la *F. granulatum* Ach. C'est sans doute cette forme que Sidow décrit sans la nommer, lorsqu'il dit: « Lager kleinlappig; Krust meist wenig entwickelt. » (*Die Fl. D.* p. 315.)

Type. — *M.-et-M.*: Pixérécourt (Godron); Messein, roches d'Afrique et murs des vignes (Abbé Hue); Benney, sur terre argilo-calcaire (Abbé Mougnot); Nancy, vieux murs (D^r Berher); Liverdun, sur terre moussue; Fonds-de-Toul, sur terre et sur pierre terreuse; Pompey, murs des vignes; Brabois, vieux murs; plateau de Malzéville, sur terre; Maxéville, vieux mur; Houdemont, sur terre; Gerbéviller, murs des vignes; Ceintrey, mur du jardin de la cure; Toul, côte Saint-Michel, terre argileuse; Bouxières-sous-Froidmont, terre argileuse (Harmand).

Vosges: Châtel, murs; Épinal, sur terre, au Saut-le-Cerf; Villars, sur terre; Dognéville, sur terre; Neufchâteau (D^r Berher).

Lorr. ann.: Bitche, terre siliceuse, pierre siliceuse, pierre calcaire, tronc d'arbre, à la base (Abbé Kieffer).

V. granulatum Ach. — *a) M.-et-M.*: Gerbéviller, sur terre (Harmand).

b) M.-et-M.: Brabois, près de Nancy, vieux murs (Harmand).

c) Vosges: Neufchâteau, talus de la route d'Épinal (Harmand et Ch. Gérardin).

V. microphyllum. — *M.-et-M.*: mur terreux, le long de la ligne de Vézelize, près de Houdemont (Harmand).

Exs. St. Vog.-Rhen. n° 1057; *Lich. Lorr.* n° 53; le type et la *v. microphyllum*.

11. C. limosum Ach. L. U., 629.

Thalle appliqué, lobé, à lobes très petits, vert-bleuâtre ou vert-obscur. Th. I + réaction du *C. pulposum*.

Apothécies petites, nombreuses, à disque plat, rouge pâle ou brunâtre, à bord peu visible à la fin. Thèques à 4 spores, du moins dans mes exemplaires; spores ovoïdes-ellipsoïdes d'abord à 3 cloisons transversales puis murales, longues de 0,026-0,037 et larges de 0,012-0,019 (Pl. 1, fig. 20).

M.-et-M.: Gerbéviller, sur terre; La Malgrange, terre argileuse; Nancy, sur terre; Bouxières-sous-Froidmont, terre argileuse (Harmand).

Lorr. ann.: Bitche, sur terre siliceuse (Abbé Kieffer).

Exs. Lich. Lorr. n° 54.

b) Thalle rougissant par l'iode rapidement, sur toute l'épaisseur ou sur presque toute l'épaisseur.

12. C. tenax (Swartz, Lichen tenax) Ach. L. U., 635.

Thalle souvent moins développé que celui du *C. pulposum*, presque monophylle.

suborbiculaire presque adhérent, vert ou verdâtre obscur, à lobes arrondis, incisés-crénelés. Th. I + rouge.

Apothécies ordinairement grandes, un peu enfoncées et paraissant couronnées par le thalle, planes ou concaves, rouges ou rougeâtres. Spores longues de 0,017-30 et larges de 0,006-12 (Pl. 1, fig. 21). Spermaties droites, très petites.

V. *prasinum* Ach. *Meth.* 236¹.

Thalle petit, submonophylle ou plus développé et lobé, mince, d'un beau vert. Apothécies pâles.

Sur terre argileuse, ou argilo-calcaire, sur les mousses et sur les pierres calcaires : assez commun.

Type. — *M.-et-M.* : Pixérécourt (Godron) ; Nancy (D^e Berher) ; Maréville, mur ; Pompey, bois de l'Avant-Garde, sur terre moussue ; Saulxures-lès-Vannes, sur terre ; Liverdun, sur terre ; Houdemont, sur terre ; Gerbéviller, sur terre ; bois de Vaudières, près de la ferme Sainte-Marie, sur terre ; parc de la Malgrange, sur terre ; Messein, murs des vignes (Harmand).

Vosges : Épinal, au Saut-le-Cerf, sur terre (D^e Berher) ².

V. prasinum Ach. — *Vosges* : Épinal, murs terreux et terre argileuse ; Châtel-sur-Moselle, sur terre ; Dognéville, murs terreux (D^e Berher).

Exs. Lich. Lorr. n° 55, pr. p.

La plupart des exemplaires que j'ai distribués sous ce nom sont plutôt une forme du *C. crispum* Ach., surtout les exemplaires provenant de Liverdun.

Pour les petites formes, les spores surtout aident à distinguer cette espèce du *C. limosum* Ach.

13. *Collema crispum* Ach. *Syn.*, 312.

Thalle membraneux, moins épais que celui du *C. pulposum*, vert-jaunâtre, pâle dans les parties non exposées à la lumière, vert noirâtre ou noir fumeux dans les autres parties, lobé-déchiqueté, digité-lobulé (Pl. 1, fig. 23) ; les divisions du thalle sont ascendantes, imbriquées, les petits lobules ressemblent assez à des granulations, surtout sur le thalle sec. Th. I + rouge.

Apothécies ordinairement moyennes ou petites à bord entier puis granulé, à disque un peu convexe, brun ou brun rougeâtre. Spores longues de 0,019-25 et larges de 0,008-10 (Pl. 1, fig. 22).

Sur la terre argileuse ou argilo-calcaire, parmi les mousses, sur les vieux murs. Assez commun.

M.-et-M. : Pixérécourt (Godron) ; Flavigny-sur-Moselle, au bord du canal (Abbé Hue) ; Nancy, sur terre et sur vieux murs ; Malzéville, sur terre (D^e Behrer) ;

1. Plusieurs auteurs font du *C. prasinum* Ach. un synonyme du *C. limosum*. Je suis ici Nylander, qui sépare ces deux Lichens.

2. Le *C. tenax* se trouve dans l'herbier de Mougeot sous le nom de *C. Trach-*

Houdemont, vieux mur; Sandronvillers, sur terre moussue; Gerbéviller, sur terre et sur mur terreux; Liverdun, sur terre moussue; Pompey, sur terre moussue; La Chartreuse de Bosserville, sur terre (Harmand).

Vosges : Neufchâteau, sur la terre et sur les vieux murs; Jeuxey, sur terre; Épinal, sur la terre, au Saut-le-Cerf et sur les rochers de grès vosgien; Villars, sur la terre (D^r Behrer).

Meuse : Pagny-la-Blanche-Côte, terre des rochers calcaires (Harmand).

Lorr. ann. : pierre calcaire (Abbé Kieffer).

Cette espèce est assez variable, surtout pour la taille : d'un côté, par les formes peu développées, elle touche de très près au *C. tenax*, et, de l'autre, au *C. cristatum* Hoffm. Les formes développées, à lobes en crêtes, incisés-dentés, constitueraient la v. *cristatum* Ach. Cette variété a été prise à tort ou à raison pour le *papulosum* Ach.

Bien que le *C. crispum* Ach. soit assez commun partout, plusieurs auteurs n'en font pas mention; il est possible qu'ils aient rattaché cette espèce au *C. tenax*; nous les voyons en effet admettre pour le *C. tenax* une variété *coronatum* Krb., qui, d'après la description, représente assez bien notre *C. crispum*.

Exs. Lich. Lorr. n° 59, le type fertile, et n° 51, la forme développée, sous *C. papulosum* Ach.

14. *C. cristatum* (Linn., *Spec.* 1610, *Lichen cristatus*) Hoffm.

Thalle membraneux, olivâtre-noirâtre, ou brun-noirâtre, lobé, lacinié-crênelé, lobulé. Les lobes sont assez larges et en crêtes et leurs lobules renflés et pressés ressemblent à des granulations. Th. I + rouge-sang.

Apothécies ordinairement grandes, brunes, d'abord concaves, puis planes, à bord granulé. Spores longues de 0,024-43, larges de 0,008-12 (Pl. 1, fig. 24); elles sont très variables et souvent de forme irrégulière.

F. granuliferum (Nyl., *C. granuliferum* in *Fl.* 1875, p. 103).

Thalle granulé non seulement en apparence, à l'extrémité des lobes; mais réellement, sur la face des lobes.

Sur la terre moussue, où il est plus olivâtre et passe au *C. crispum* Ach.; sur les murs terreux; mais surtout sur les pierres calcaires exposées au soleil, où il est noir, un peu brunâtre, plus mince et plus lobulé-granulé-crispé.

Type. — *M.-et-M.* : Pixérécourt (Godron), sub *C. digitatum*; Villers-lès-Nancy, murs des vignes; Flavigny, sur la terre du bois; Ludres, sur les roches calcaires.

1. Le *C. crispum* est nommé *C. tenax* dans une feuille de l'herbier de Mougéot. Le même est nommé ailleurs *C. turgidum* (avec doute) et *C. Trachselii*. On trouve aussi un *C. cheileum* nommé *C. crispum*.

du Camp d'Afrique (Abbé Hue); Brabois, murs terreux et pierres calcaires; Houdemont, sur terre moussue; Vandœuvre, murs des vignes; Liverdun, vieux murs; Malzéville, murs des vignes; Gerbéviller, mur des vignes et sur terre moussue; Baraques-de-Toul, sur terre moussue; Clairlieu, sur pierre calcaire (Harmand).

Vosges: Châtel, murs; Villars, sur la terre des talus; Épinal, au Saut-le-Cerf; Neufchâteau, sur terre moussue (D^r Berher, Harmand).

Meuse: Pagny-la-Blanche-Côte, sur pierre calcaire (Harmand).

F. granuliferum (Nyl.). — *M.-et-M.*: Houdemont, Brabois, Laxou, vieux murs (Harmand).

Lorr. ann.: murs (Abbé Kieffer).

Le *C. cristatum* Sch. a été souvent confondu avec le *C. melenum* Ach., auquel il ressemble beaucoup, mais dont il se distingue par sa réaction, et avec le *C. crispum* Ach. Il a été appelé aussi *C. papulosum* Ach., surtout dans ses formes terricoles. Enfin, c'est surtout à cette espèce, selon toute apparence, que Nylander a emprunté son *C. hypergenum* et son *C. granuliferum*.

Exs. *Lich. Lorr.* n° 49 *C. hypergenum* Nyl., n° 50 *C. granuliferum* Nyl., et peut-être quelques exemplaires sous le n° 51 *C. papulosum* Ach.

15. *C. granosum* (Wulfen in Jacquin's *Collectan* 1789, p. 131, *Lichen granosus*), Schaer. *Enum.*, p. 253, t. X, fig. 3. *C. auriculatum* Hoffm. *Fl. Germ.*, 2, p. 90.

Thalle développé, vert-obscur ou vert-glaucue-obscur, ou vert-brun-obscur, plus pâle en dessous, souvent plissé, granulé, à lobes arrondis, entiers ou crénelés, souvent régulièrement étalés, un peu imbriqués, relevés au bord. Th. I + rouge-pourpre.

Apothécies moyennes, d'abord concaves, d'un rouge carné, à la fin brunes, convexes, à bord grossièrement crénelé-lobulé; spores ovoïdes-ellipsoïdes, à 3-5 cloisons transversales puis murales, longues de 0,020-30 et larges de 0,008-11 (Pl. 1, fig. 25).

Pierres ou roches calcaires moussues des forêts. Rare et stérile en Lorraine.

M.-et-M.: Messein et Liverdun, roches moussues des bois (Harmand).

Vosges: Épinal, rochers (D^r Berher).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 45, sub *C. auriculatum* Hoffm.

Arnold (*Lichenenst. von München*, p. 125) attribue le *C. granosum* à Scopoli; d'autre part, Sidow (*Die Flechten Deutschland*, p. 317) donne la priorité, avec beaucoup d'autres auteurs, au *C. auriculatum* Hoffm. comme étant de 1795; mais d'après Krepelhuber (*Gesch. und Litt.*, 2 b., p. 537), le *Lichen granosus* appartient en réalité à Wulfen, et il date de 1789.

16. *C. furvum* Ach. *L. U.*, 550.

Thalle membraneux, épais, brun-noir ou noir-verdâtre, quelquefois brun clair, à l'état humide, ordinairement granulé sur les deux faces, rugueux, ondulé, à lobes

ascendants, entiers, arrondis ou difformes. Th. I + rouge aussitôt et non pas seulement, comme on l'a dit, en desséchant.

Apothécies éparses ou rapprochées, concaves ou planes, à bord entier, mais devenant convexes avec l'âge et recouvrant alors le bord thallin. Spores ovoïdes ou ellipsoïdes d'abord à 3 cloisons transversales, puis submurales, longues de 0,018-24 et larges de 0,009-12 (Pl. 1, fig. 26).

J'ai de Bitche une forme lignicole à lobes centraux très serrés et presque convertis en granulations.

Roches calcaires et plus rarement roches siliceuses. murs, bois, troncs d'arbres. Commun en Lorraine.

M.-et-M. : Pont-Saint-Vincent, roches calcaires de la côte Sainte-Barbe (Abbé Hue) ; Heillecourt, murs ; La Malgrange, lattes en sapin et pierres calcaires taillées ; Messein, murs des vignes ; Gerbéviller, murs des vignes ; Brabois, murs ; La Chartrreuse de Bosserville, murs du potager ; Pont-à-Mousson, Vandières, Bouxières-sous-Froidmont, roches calcaires (Harmand).

Meuse : Pagny-la-Blanche-Côte, roches calcaires (Harmand).

Vosges : Golbey, mur ; Épinal, grès vosgien, et au Saut-le-Cerf, pierres calcaires ; Châtel, mur ; Villars roches calcaires (D^r Berher) ; Neufchâteau, rochers calcaires (Harmand).

Lorr. ann. : bois, troncs d'arbres et pierres calcaires (Abbé Kieffer).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 47.

17. C. polycarpon (Schaer., *Enum.*, p. 255, *C. multifidum*, v. *δ polycarpon*) Nyl. *Fl.* 1875, p. 302.

Thalle petit, noir ou noir-olivâtre, à lobes serrés, rapprochés, pressés, ondulés, gonflés et ordinairement couverts de petites apothécies d'un rouge brun, à disque un peu convexe et à bord épais, entier. Spores subfusiformes, à 3 cloisons, longues de 0,021-32 et larges de 0,008 (Pl. 1, fig. 27), plus ou moins terminées en pointe à chaque extrémité.

F. macrum. — Se distingue du type par son thalle en petits coussinets, à lobes dressés. Les spores sont celles du type ; la plupart sont amincies à une extrémité et à 3 cloisons transversales.

Pierres calcaires et murs. Assez commun.

Type. — *M.-et-M.* : Pixérécourt (Vincent et Godron) ; Laxou (Godron) ; Pont-Saint-Vincent, roches calcaires de la côte Sainte-Barbe (Abbé Hue) ; Gerbéviller, murs des vignes ; Vandœuvre, murs des vignes ; Chartreuse de Bosserville, borne de pierre calcaire ; Liverdun, pierre calcaire ; couvent de Sainte-Marie, pierre calcaire taillée ; Vandières, roches calcaires ; Pompey, vieux château ; Malzéville, murs des vignes (Harmand).

Vosges : Neufchâteau, pierre calcaire (D^r Berher).

F. macrum. — *Vosges* : Neufchâteau, rochers calcaires (Harmand).

Lorr. ann. : pierres du muschelkalk et du lias (Abbé Kieffer).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 52, le type, sub *C. polycarpon* Nyl. et la *F. macrum*.

Lamy de la Chapelle (*Lich. de Cauterets et de Lourdes*, n° 14) donne, en 1884, ce Lichen comme nouveau pour la France; or Godron, dans son catalogue imprimé en 1843, l'indique en Lorraine sous le nom de *Parmelia multifida* Sch. v. *polycarpa* Sch., par conséquent 41 ans avant Lamy et même 7 années avant la publication de l'*Enumeratio critica* de Schærer. C'est Schærer, sans aucun doute, qui a déterminé cette espèce à Godron; Delise paraît l'avoir vue aussi et l'appelle *Collema parvulum*¹.

c) *Thalle insensible à l'iode.*

18. *C. salsuriolense* n. sp.

Thalle peu développé, granuleux, assez semblable à celui du *C. chatazanellum*, noir, un peu brunâtre, gonimies de différentes grandeurs (les plus grandes ont 0,005 de diamètre), dissociées ou en chapelets. Th. I —.

Apothécies incluses, thèques allongées, spores sur un seul rang, unicloisonnées, longues de 0,015-18 et larges de 0,0068-7 (Pl. 3, fig. 4). Gélât. hym. I —.

Sur des mousses du genre *Barbula*.

M.-et-M. : Saulxerotte, murs des champs (Harmand et Ch. Croizier).

Cette espèce est intermédiaire entre les *Physma* et les *Collema* proprement dits.

19. *C. multifidum* (Scopoli, *Fl. Carniol. Ed. II*, 1792, 2° vol. p. 396), Schaer. *Enum.*, p. 254. *C. melænium* Ach., *L. U.*, 636.

Thalle membraneux, orbiculaire, noirâtre ou noir-verdâtre, le centre et les parties étalées sont plus pâles, plus ou moins profondément divisé-laciné, lobes crispés, crénelés, convexes en dessous, à bord redressés. Les lobules terminaux étant noirs, gonflés, le bord des lobes peut paraître comme granulé. Th. I —.

Apothécies très souvent marginales ainsi que les spermogonies; elles sont d'abord concaves-cupuliformes puis à peu près planes, entourées d'un rebord presque entier. Sur un exemplaire provenant des Baraques-de-Toul, j'ai trouvé deux apothécies munies en dessous de rhizines blanches. Thèques à 8 spores hyalines ovoïdes, à 3 cloisons transversales, à la fin un peu murales, longues de 0,020-27 et larges de 0,009-12 (Pl. 1, fig. 28). Arthrosterigmatas, spermaties droites, longues de 0,005 sur 0,001 (Tul.)

V. *jacobææfolium* (Schränk, *Bayer. Flora*, t. II, n° 1532) Ach. *L. U.*, p. 637.

Lobes du thalle étroits, canaliculés, lacérés-pinnatifides.

1. Ce serait ici la place du *C. stygium* Del., dont les spores sont souvent à 5 cloisons; il se trouve mentionné dans le *Catalogue des Lichens du département des Vosges* par le D^r Berber; mais je n'ai pas vu cette espèce.

Je n'ai pas pu non plus m'assurer de l'authenticité du *C. biatornum* Nyl.

V. fragiferum.

Lobes du thalle renflés à l'extrémité et très finement lobulés-granulés, ce qui les fait ressembler à des fraises.

Pierres calcaires nues ou moussues ; murs nus ou moussus. Assez commun.

Type. — *M.-et-M.* : environs de Nancy (Soyer-Villemet, Monnier, Vincent) ; Laxon (Godron) ; Brabois, murs ; Pompey, murs des vignes (Abbé Hue et Harmand) ; plateau de Malzéville, roches calcaires ; Houdemont, murs des vignes ; Chartreuse de Bosserville, escalier calcaire du potager ; Gerbéviller, mur des vignes (Harmand).

Vosges : Châtel-sur-Moselle, Jeuxy, mur terreux ; Neufchâteau, Épinal (Dr Behrer).

Lorr. ann. : sur bois (par exception), sur pierre calcaire (Abbé Kieffer)

V. jacobææfolium ¹ Schaer. — *M.-et-M.* : Brabois, mur ; Gerbéviller, mousses (Harmand).

Lorr. ann. : sur terre moussue (Abbé Kieffer).

V. fragiferum. — *M.-et-M.* : Gerbéviller, murs moussus des vignes (Harmand).

Exs. St. Vog.-Rhen. n° 455, le type, sub *C. melænnum* Ach. ; *Lich. Lorr.* n° 48, le type, sub *C. melænnum* Ach.

III. LEPTOGIUM (Fr.) Hy.

Thalle très variable quant au développement ; de structure semblable à celle du genre *Collema*, à l'exception de la couche corticale qui est constituée par une expansion-celluleuse hyaline nettement distincte du tissu sous-jacent ². Dans quelques espèces, le pseudo-parenchyme occupe tout le thalle. Apothécies lécanorines, souvent biatorines en apparence, spores ordinairement murales. Spermogonies incluses, à arthrostérigmates.

Sous-genre a). Collemodium Nyl.

Thalle épais rappelant celui du *Collema*.

Sur écorces : *L. microphyllum*. (1)

Sur terre ou sur la pierre : *L. plicatille* Hy. (2)

1. L. microphyllum (Ach. L. U., p. 630, Collema microphyllum).

Thalle petit, étalé ou formant de petites masses rapprochées, brun-verdâtre ou olive, granuleux, lobé. Th. I + rouge-brun foncé, surtout dans les régions corticales.

Apothécies nombreuses, petites, roussâtres ou concolores au thalle, urcéolées,

1. Dans l'herbier de Mougéot on trouve réunis sous ce nom le *C. melænnum* et le *C. cristatum*.

2. La couche corticale celluleuse ne s'étudie bien en détail que sur des tranches très minces faites au rasoir ; mais on peut en constater l'existence sur des tranches ordinaires faites au scalpel (Pl. 1, fig. 31 et 32, et pl. 2, fig. 2).

à bord entier. Thèques pyriformes, à 8 spores hyalines, ovoïdes, murales longues de 0,016-24 et larges de 0,010-12 (Pl. 1, fig. 29). Spermaties droites, 0,0042-63 (Linds).

F. stérile, à thalle un peu développé.

Écorces des arbres. Peu commun.

Type. — *M.-et-M.* : Malzéville, Noyer ; Nancy, Peuplier (Vincent) ; la Chartreuse de Bosserville, Orme (Harmand).

F. stérile. — *M.-et-M.* : Nancy, vieille route de Toul, près de l'établissement des aveugles, Orme (Harmand).

Le cortex de cette espèce n'est qu'assez vaguement distinct, ça et là.

Exs. *Lich. Lorr.* n° 105, le type. La forme *stérile* a été distribuée sous le n° 64 pour les 24 premières collections et sous le n° 105, *f. stérile*, pour les autres.

2. *L. plicatile* (Achar., *Kongl. Vet. Acad. Nya Handl*, t. XVI, p. 11, *Lichen plicatilis*) Hy, *Essai sur les Lichens de l'Anjou*, p. 29.

Thalle membraneux, orbiculaire, lobé, imbriqué, à lobes étroits, arrondis-anguleux, redressés, ondulés-plissés-crispés, ceux du pourtour larges et plus aplatis, le tout brun, ou brun-olive ou vert brunâtre. Th. I + rouge.

Apothécies éparses ou rassemblées, roussâtres-brunâtres, concaves, à bord gonflé, entier, mais plissé-sillonné comme le thalle. Thèques à 8 spores hyalines, d'abord à 3 cloisons transversales, puis murales, longues de 0,018-25 et larges de 0,006-8 (Pl. 1, fig. 30). Spermaties droites, longues de 0,005 sur 0,001 (Nyl.).

Cette espèce se rencontre en Lorraine sous différentes formes qui méritent à peine d'être mentionnées.

F. diffractum.

Le thalle très peu développé simule un *Pannaria* ; il est en outre aréolé comme celui du *Collema diffractum*.

F. lobulatum.

Les lobes sont couronnés par un grand nombre de petits lobules arrondis ou irréguliers.

F. macrum.

Le thalle consiste en petits fragments épars, arrondis ou irréguliers de 1 à 5 millimètres de largeur.

Je signale enfin avec quelque doute la *F. hydrocharum* (Ach.) Nyl. que je crois avoir vue dans les collections de M. le Dr Berher. Le thalle est glauque-verdâtre, dressé, anguleux, à apothécies petites, concaves, placées sur les angles du thalle.

V. granuliferum.

Thalle brun foncé, en rosettes de 1,5 à 3 centimètres de diamètre, à lobes rayonnants, appliqués, mais à bords relevés, ondulés, plissés, couverts de très petites granulations noirâtres, non finement sillonnés comme dans le type.

Apothécies nombreuses, surtout vers le centre et vers les bords des lobes, à disque brun rougeâtre, à bord entier; spores allongées, subaiguës, longues de 0,027-34 et larges de 0,010-12 (Pl. 2, fig. 38).

Sur les pierres calcaires, sur les murs, quelquefois sur la terre. Peu commun.

Type. — *M.-et-M.* : Boudonville, mur (Godron); Malzéville, murs des vignes, la Chartreuse de Bosserville, murs et bornes; La Malgrange, mur (Harmand).

Vosges : Certilleux, terre des friches; Châtel-sur-Moselle, murs; Épinal, rochers (D^r Berher).

F. diffractum. — *M.-et-M.* : La Malgrange, mur (Harmand).

F. lobulatum. — *M.-et-M.* : Malzéville, mur (Harmand).

F. macrum. — *M.-et-M.* : Dommartemont (Harmand).

F. granuliferum. — *Vosges* : Neufchâteau, rochers calcaires (Harmand).

Exs. Lich. Lorr. n° 106, le type et la *v. granuliferum*.

Cette espèce est parfaitement cortiquée, du moins dans les exemplaires que j'ai étudiés. Les cellules du cortex sont anguleuses et saillantes, ce qui, sous le microscope, à la lumière oblique, fait paraître la surface papilleuse (Pl. 1, fig. 31).

Le *C. plicatile* de Mougeot (*Stirp. Vog.-Rhen.*, n° 456) n'est autre chose qu'une forme du *Collema cheileum*.

Sous-genre b). Leptogium verum Ach.

Thalle mince.

1. Hypthes internes lâchement anastomosés. 2
Hypthes internes en pseudo-parenchyme. 5
2. Thalle insensible à l'iode. 3
Thalle rougissant par l'iode. 4
3. Thalle à lobes lacérés-fimbriés-dentés : *L. lacerum* Fr. (4)
Thalles à lobes entiers ou simplement et brièvement dentés-crênelés :
L. tremelloides Fr. (3)
4. Thalle finement, mais visiblement plissé-réticulé en dessus, à veinules saillantes : *L. sinuatum* Nyl. (6)
Thalle lisse ou simplement et finement lacuneux, sans veinules saillantes :
L. palmatum Mont. (5)
5. Thalle membraneux au moins au pourtour. 6
Thalle subfruticuleux ou granuliforme. 7
6. Thalle diffus granuliforme au centre, insensible ou presque insensible à l'iode : apothécies 0.2-0,5 mill. : *L. subtile* Nyl. (7)

- Thalle en coussin, sensible à l'iode; apothécies, 1-1,2 mill. : *L. tenuissimum* Krb. (8)
7. Thalle subfruticuleux. 8
- Thalle granuliforme. 9
8. Thalle silloné-lacuneux, sensible à l'iode : *L. Schraderi* Nyl. . . (10)
- Thalle non silloné, insensible à l'iode : *L. Schraderi* v. *microscopicum* Nyl. (10)
9. Spores longues de 0,030-36 : *L. granuliforme*. (11)
- Spores longues de 0,020-25 : *L. pusillum* Nyl. (9)

Première section. — Hyphes internes lâchement anastomosés
(Pl. 2, fig. 2) Hy.

3. *L. tremelloides* (Linn. fil., *Syst. veget. plant. Supplem.*, p. 405, *Lichen tremelloides*) Fr., *Scan.*, p. 293.

Thalle membraneux, très mince, lisse ou isidié, plombé-glaucescant ou plombé-olivâtre, à lobes arrondis, entiers ou crénelés plus ou moins finement, souvent crispés-voûtés (Pl. 2, fig. 3 et 8). Th. I. —

Apothécies moyennes, superficielles, planes, à disque brun rougeâtre ou rouge pâle; à bord entier ou finement denté. Thèques à 8 spores ovoïdes-ellipsoïdes, un peu rétrécies aux extrémités longues de 0,020-28 et larges de 0,008-9 (Pl. 2, fig. 5).

Dans les forêts montagneuses et sur les hautes montagnes, sur la terre ou sur les pierres, parmi la mousse.

Vosges : Hohneck, fertile (Mougeot, V. et H. Claudel, Harmand); Ballon de Servance (Mougeot).

Lorr. ann. : Sarrebourg (Godron).

Exs. St. Vog.-Rhen. n° 1060; *Lich. Lorr.* n° 81.

4. *L. lacerum* (Swartz, *Nov. act. Acad. Ups.*, tome IV, *Lichen lacerus*) Fr., *Scan.*, p. 293.

Thalle membraneux, rugueux, réticulé longitudinalement, cendré-plombé ou plombé-glaucescant, ou plombé-brunâtre ou noirâtre, à lobes lacérés, élégamment fimbriés-dentés (Pl. 2, fig. 6). Les cellules corticales sont grandes (Pl. 2, fig. 7), les gonimies ont de 0,006 à 0,010 de diamètre, tandis que celles du *L. tremelloides* n'ont que 0,004. Th. I.

Apothécies éparses, sessiles, élevées, concaves, à disque roux ou rougeâtre à bord pâle, blanc jaunâtre. Thèques à 8 spores hyalines, ovoïdes, brusquement atténuées à chaque bout, murales, longues de 0,030-48 et larges de 0,010-19 (Pl. 2, fig. 10).

F. fimbriatum Hoffm.

Thalle développé comme dans le type, ordinairement glaucescant, longuement et finement déchiqueté-fimbrié.

V. pulvinatum Hoffm.

Thalle plus petit que dans le type, en coussin, à lobes petits, très serrés, redressés, lobulés-denticulés, subgranneux.

V. lophæum Ach.

Thalle très petit, en coussin, à laciniures nombreuses, étroites, plus ou moins allongées et souvent presque arrondies. Les formes bien caractérisées paraissent subfruticuleuses (Pl. 1, fig. 33). Cette variété a été prise plusieurs fois pour le *Dendriocaulon bolacinum* Nyl.

Sur les murs, au pied des arbres, sur terre, parmi les mousses. Commun.

Type et F. fimbriatum. — *M.-et-M.*: route de Marron (Monnier); carrières de Bâlin et Nancy (Vincent); Malzéville, Fonds-de-Toul, Butgnémont (Godron); Gerbéviller, Pierre-la-Treiche, Saulxures-lès-Vannes, bois de Pompey, bois de Vandières (Harmand); Messein, roches calcaires du Camp d'Afrique (Abbé Hue).

Vosges: ballon de Servance (Mougeot); Épinal, Neufchâteau (D^r Berher); Hohnneck (V. et H. Claudel, Harmand).

V. pulvinatum. — *M.-et-M.*: Près de Tomblaine, sur terre (Vincent); Brabois, Houdemont, Saulxures-lès-Vannes, Vandières, forêt de Saint-Amon, Pompey, Gerbéviller, Montaigne (Harmand).

Vosges: Certilleux, Villars, Épinal, au Sant-le-Cerf, Châtel-sur-Moselle (D^r Berher); Hohnneck (V. et H. Claudel, Harmand).

Meuse: Pagny-la-Blanche-Côte (Harmand).

Lorr. ann.: Bitche (Abbé Kieffer).

V. lophæum. — *M.-et-M.*: Fonds-de-Toul, Houdemont, Saulxures-lès-Vannes, forêt de Saint-Amon (Harmand); environs de Nancy (Vincent).

Lorr. ann.: Bitche (Abbé Kieffer).

M. l'abbé Hy (*Essai sur les lichens de l'Anjou*, p. 31) émet l'avis que les *v. pulvinatum* et *lophæum* doivent être rattachées au *L. sinuatum*; d'après la réaction, ces variétés appartiennent bien au *L. lacerum*.

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 1061, le type, et n° 637, *v. pulvinatum*; *Lich. Lorr.* n° 84, 3 formes du type, puis la *v. pulvinatum* et la *v. lophæum*.

5. *Leptogium palmatum* (Hudson, *Flor. Anglic.* edit. II, 1778, p. 535, *Lichen palmatus*) Montagne, *Canar.*, p. 128.

Thalle membraneux, brun ou brun cendré ou glaucescent, lobé, lacinié-sinueux, lobes un peu roulés en dessous, imitant grossièrement des cornes (Pl. 2, fig. 9); gonimies petites, 0,004. Th. I-+ rouge.

Apothécies assez grandes, urcéolées, roussâtres, entourées d'un rebord thallin couclore; spores ellipsoïdes, rétrécies aux deux bouts, murales. 0,027-40 $\times$ 0,016-18. Cette espèce est stérile chez nous.

Sur les rochers et sur la terre; parmi les mousses. Rare.

M.-et-M. : Route de Toul, vers les Baraques (Godron).

Vosges : (Mougeot) ; Épinal, rochers (D^r Berher).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 1058.

6. *Leptogium sinuatum* (Hudson, *Flor. Anglic.*, II edit., 1778, p. 535, *Lichen sinuatus*) Nyl., in Lamy, *Catal.*, p. 7.

Thalle membraneux, brun noirâtre ou plombé, légèrement réticulé, lobé ; lobes du pourtour élargis, flexueux, découpés, crénelés, ceux du centre plus petits, dressés, serrés-flexueux. Th. I +.

Apothécies disposées sur les deux côtés des lobes, petites, d'abord urcéolées puis presque planes, brunnâtres, à bord gonflé très entier. Thèques à 8 spores hyalines, ovoïdes, presque aiguës, murales, longues de 0,024-40 et larges de 0,008-18 (Pl. 2, fig. 11 et 13).

V. scotinum (Ach. *L. U.*, p. 651, *Collema scotinum*).

Lobes entiers ou presque entiers (Pl. 2, fig. 12).

Sur la terre, les murs et les rochers moussus. Le type est commun ; la variété est rare.

Type. — *M.-et-M.* : Butgnémont (Soyer-Villemet et Godron) ; Chavigny, roches calcaires (Abbé Hue) ; Vandœuvre, murs des vignes, Baraques-de-Toul, Liverdun, Pompey, Gerbéviller, Clairlieu, Saulxures-lès-Vannes, Houdemont, Villers-lès-Nancy (Harmand).

Vosges : murs du château de Bruyères (Mougeot) ; Épinal, Neufchâteau, Villars, Bambois-de-Bamont, Saint-Étienne (D^r Berher).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

V. scotinum. — *Vosges* : Bambois-de-Bamont, Épinal, roches moussues (D^r Berher).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 1332, le type. *Lich. Lorr.* n° 76, deux formes dont l'une représente le type et l'autre à lobes plus larges, beaucoup moins découpés, est très près de la variété *scotinum*.

Je ne crois pas qu'il y ait lieu de faire de *v. scotinum* une espèce distincte du *L. sinuatum*. Les caractères sur lesquels on s'appuierait pour cela sont trop changeants.

Deuxième section. — *Hyphes internes du thalle soudés en pseudo-parenchyme* (Pl. II, fig. 26) Hy.

Gonimies beaucoup plus dissociées que dans les espèces de la section précédente (Hy, *Essai sur les lichens de l'Anjou*, p. 31).

7. *L. subtile* (Schrader, *Spicileg. Flor. Germ.*, p. 95, *Lichen subtilis*) Nyl., *L. P.*, 2. Non *Collema atrocæruleum* v. *tenuissimum* Schaer. (*Enum.*, p. 249), nec *Collema minutissimum* Flk.

Thalle diffus. brun-grisâtre ou ordinairement brun-noirâtre, vert à l'état humide, à folioles très petites, très finement découpées, lobules simples ou divisés, paraissant

presque cylindriques, beaucoup ont l'aspect de granulations et paraissent soudés en croûte coralloïde, subétoillée (Pl. 2, fig. 15) ; les gonimies ont 0,004-6 de diamètre (Pl. 2, fig. 14) ; les cellules corticales ont 0,007-9 (Pl. 2, fig. 16). Th. I très peu de chose dans les régions corticales.

Apothécies nombreuses, ordinairement petites, 0,2-5 mill. ; il n'est pas rare d'observer des apothécies âgées, enfoncées, presque aplaties et mesurant jusqu'à 0,07 mill. ; ces apothécies paraissent bordées par les lobules du thalle ; spores un peu amincies aux extrémités, à 3-7 cloisons transversales et quelques cloisons commissurales, longues de 0,020-30 et larges de 0,009-12 ; par exception elles atteignent 0,035 en long (Pl. 2, fig. 17). Gél. hym. I + bleu-violet, les thèques surtout sont teintes.

Sur terre argileuse, sur vieux bois et sur pierres.

M.-et-M. : Montaign, sur terre ; La Malgrange, talus (Harmand).

Vosges : Épinal ; Neufchâteau (D^r Berher).

Exs. Lich. Lorr. n° 70.

8. *L. tenuissimum* (Dickson, *Fascic. plant. crypt.*, Fasc. 1, 1785, p. 12, t. 2, f. 8, *Lichen tenuissimus*) Krb.

Syn. *L. spongiosum* (Smith et Borrer in *Engel botan.*, vol. XX, 1805 ; Tab. 1374, *Lichen spongiosus*) Nyl. *Syn.* 119. *Collema atrocæruleum* v. *tenuissimum* Schaer. (*Enum.*, p. 249), *Collema minutissimum* Mougeot (*Strp. Vog.-Rhen.* n° 1239), lequel n'est pas le *L. minutissimum* de Flk, ni une variété du *L. lacerum*, comme le dit Nylander, *Syn.* p. 122, du moins dans mon exemplaire.

Thalle membraneux, mince, en coussin, plombé ou brun plombé ou vert noirâtre, à lobes plus ou moins déchiquetés-lacérés-digités ; les lobules sont souvent fourchus ou bilobés (Pl. 2, fig. 21, 22, 23) ; le thalle stérile est plus développé ; gonimies 0,004-8, quelques-unes un peu allongées (Pl. 2, fig. 18) ; cellules corticales 0,007-10 (Pl. 2, fig. 19) ; Th. I + rouge vermillonné, surtout dans les régions corticales.

Apothécies nombreuses, 1-1,2 mill. ou plus petites, concaves, puis planes et quelquefois un peu convexes, à disque d'abord rougeâtre pâle, puis brun ou brun-noir ; le bord est d'abord carné jaunâtre, puis brun, mais toujours plus pâle que le disque. Spores généralement atténuées aux extrémités, à 3-5 cloisons transversales et quelques commissurales, longues de 0,018-30, larges de 0,009-12 (Pl. 2, fig. 24) ; paraphyses assez nettement jaunes-brunâtres à l'extrémité ; gél. hym. I + bleu violacé, surtout les thèques.

F. a) Lobes larges, peu découpés ; spores longues de 0,026-30, larges de 0,012-13 (Pl. 2, fig. 20) ; gonimies 0,006-8 ; le thalle est ordinairement plombé¹.

F. b) Thalle plombé, bruni dans les parties exposées au soleil, à lobes dressés, très découpés, crénelés (Pl. 2, fig. 21), plus développé dans les exemplaires non fructifiés.

F. c) Thalle blenâtre fumeux ou plombé, à lobes très petits et très découpés, ordinairement digités en éventail (Pl. 2, fig. 25).

Sur terre nue, sur terre moussue ou sur bois pourri.

1. Si je signale ici cette forme, ce n'est pas qu'elle ait été rencontrée en Lorraine ; mais c'est parce qu'elle a été distribuée par Mougeot, *St. Vog.-Rhen.* n° 1239, provenant du Jura et des Cévennes.

F. b) M.-et-M. : Montaigu, alluvion siliceuse ; Baraques-de-Toul, sur terre, à l'entrée du bois ; Gerbéviller, talus d'un fossé du bois (Harmand).

Vosges : Épinal, sur terre moussue (D^r Berher).

F. c) Vosges : Docelles, sur un talus (H. Claudel et Harmand).

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

Exs. St. Vog.-Rhen. n° 1239, *F. a.* ; *Lich. Lorr.* n° 72, *F. b* et *F. c*.

Cette espèce est extrêmement rapprochée du *Leptogium subtile*. Les apothécies, ordinairement caractéristiques, peuvent néanmoins varier. J'ai de Gerbéviller un exemplaire qui tient le milieu entre les deux espèces.

Les spores, ordinairement plus petites dans *L. tenuissimum*, ainsi que la réaction plus nette par l'iode sur le thalle de cette espèce, pourront aider dans la détermination.

9. *L. pusillum* Nyl. *Enum. gén. des Lich.*, p. 90.

Thalle noir-brunâtre, lobulé-granulé, lobules très courts et gonflés, ce qui fait paraître le thalle granulé. Th. I —.

Apothécies lécanorines, d'abord gyalectiformes, élevées, à bord épais, entier, puis un peu concaves ou même plans, à disque rouge-brun vineux¹, à bord un peu plus pâle et devenant à la fin granulé. Thèques allongées (Pl. 2, fig. 28). Spores largement ovoïdes, obtuses, longues de 0,023-25 et larges de 0,013-14 (Pl. 2, fig. 29), ordinairement à trois cloisons transversales, murales.

F. effusum Arn. n° 356.

Thalle noir-bleuâtre, moins développé que dans le type et presque crustacé.

Sur le mortier et la terre des vieux murs. Paraît rare.

Le type. — *M.-et-M.* : Malzéville, suivant le chemin de Pixérécourt, sur la terre d'un mur (Harmand).

F. effusum. — *M.-et-M.* : Briey, murs terreux (Harmand).

Dans cette espèce, le cortex du thalle est presque imperceptible ; j'ai cependant aperçu, par endroits, sur une coupe, un rang de petites cellules corticales hyalines (Pl. 2, fig. 27).

Exs. Lich. Lorr. 69^{bis}, le type et la forme.

10. *L. Schraderi* (Bernhardi *Schraders Journ.*, tome I, p. 22 ; tome II, f. 5, *Lichen Schraderi*) Nyl. *Algér.* p. 328.

Thalle brun-châtain, membraneux à la base et subfruticuleux dans le reste.

Les divisions sont linéaires, assez épaisses 0,3-6 mill., aplaties-angleuses,

1. Dans l'exemplaire d'Arnold, n° 961, les apothécies sont beaucoup plus pâles, de même que dans un exemplaire que j'ai recueilli à Aix-les-Bains, au col du Chat.

largement et irrégulièrement sillonnées dans le sens de la longueur, 4-5 sillons pour chaque lobe, les lobes sont divisés à l'extrémité en petits rameaux secondaires au nombre de 2, 3, 4 (Pl. 2, fig. 30). Thalle d'abord insensible à l'iode, puis devenant (après 3 ou 4 minutes) d'un rouge vermillon.

V. microscopicum Nyl. *in herb.* Le Jolis; *Prodr.*, p. 26.

Thalle beaucoup plus petit, brun-cendré verdâtre, noueux, à ramification nombreuses, serrées, anguleuses (Pl. 2, fig. 31). Th. I —.

Plusieurs apothécies se trouvaient sur un fragment de ce lichen, auquel elles paraissent appartenir; elles sont très petites 0,1-3 mill. concaves, d'un brun noirâtre à bord concolore, à thèques allongées cylindriques (Pl. 2, fig. 33); spores ovoïdes-ellipsoïdes, à 4-5 cloisons transversales, murales, longues de 0,024 et larges de 0,008 (Pl. 2, fig. 37).

V. cæspitellum Nyl. *Algér.* 318.

Paraît être la *V. microscopicum* plus réduite (Pl. 2, fig. 32), à thalle brun-pâle verdâtre. Le thalle consiste visiblement en expansions membraneuses sur lesquelles reposent les divisions ou lobules. Le cortex est imperceptible, le tissu est serré. Th. I —.

Ces deux Lichens, bien que différant un peu de ceux de Nylander, me semblent néanmoins devoir y être rapportés.

Type. — *M.-et-M.* : Pixérécourt (Godron), dans l'herbier de la Faculté des sciences, sous le nom de *Collema sulcatum* Del.; Fonds-de-Toul, vers les Baraques (Godron), *ibid.*, sous le nom de *Collema riccioideum* Del.

Lorr. ann. : Bitche (Abbé Kieffer).

V. microscopicum. — *M.-et-M.* : Nancy (D^r Berher).

V. cæspitellum. — *Vosges* : Épinal, au Saut-le-Cerf (D^r Berher).

11. L. granuliforme n. sp.

Thalle noir, très peu brunâtre, composé de granulations serrées par groupes arrondis ou irréguliers de 3 à 6 millimètres de diamètre; hyphes internes soudés en pseudo-parenchyme; cortex visible. Th. I —.

Apothécies d'abord très petites, 0,2 mil., à disque convexe, brun-rougeâtre foncé, puis planes, plus grandes 0,7 mill. et paraissant bordées par les granulations du thalle; spores grandes, ovoïdes-ellipsoïdes, longues de 0,032-36 et larges de 0,011-16, à 5, 6 cloisons transversales et à la fin divisées en un grand nombre de petites logettes (Pl. 2, fig. 39).

Paraît se distinguer du *L. humosum* Nyl. par la couleur du thalle et la forme des apothécies.

Meuse : Pagny-la-Blanche-Côte, terre purement calcaire sur le talus de la route, derrière le moulin (Harmand V. et H. Claudel).

Sous-genre c). Polychidium Kærh.

Thalle fruticuleux, à cortex très développé sur plusieurs assises (Pl. 2, fig. 34); apothécies lécidéines; spores petites, fusiformes, à une cloison.

12. *L. muscicola* (Swartz, in *Nov. Act. Acad. Upsal.*, tome IV, p. 248, *Lichen muscicola*) Fr. *Scan.*, p. 293.

Thalle brun foncé, fruticuleux, petit, à divisions presque arrondies, filiformes, enchevêtrées, à sommet un peu obtus (Pl. 2, fig. 36). Th. I —.

Apothécies planes ou concaves, situées sur des filaments plus larges, rouge-brun, à bord pâle ; thèques à 8 spores oblongues-fusiformes, unicloisonnées, longues de 0,23-29 et larges de 0,006-7 (Pl. 2, fig. 35).

Roches granitiques moussues. Rare.

Vosges : Rotabac (Mougeot) ; Bussang, au pied du ballon de Servance (Harmand).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 949 ; *Lich. Lorr.* n° 88.

J'ai trouvé à Pompey (Meurthe-et-Moselle), au vieux château, sur pierre calcaire, un *Leptogium* très petit, en gazon très serré, à rameaux brun cendré, ordinairement dichotomes, stérile ; j'en ai distribué quelques exemplaires sous le nom de *L. muscicola* v. *filiforme* Arn (?) auquel il paraît se rapporter.

Sous-genre d). *Mallotium* Ach.

Thalle fibrilleux-feutré en dessous.

Thalle uni : *L. myochroum* Ehrh. (13)

Thalle finement plissé-rugueux : *L. Hildenbrandi* Nyl. (14)

13. *L. myochroum* (Ehrhart, *Plantæ crypt. Lin. exsicc.*, n° 286, *Lichen myochrous*).

Thalle coriace, monophylle ou polyphylle noir-plombé ou brun-plombé, uni, nu ou légèrement furfuracé en dessus ; cendré ou blanc cendré, tomenteux en dessous, lobé-ondulé, à lobes grands, entiers, ou peu échancrés (Pl. 1, fig. 2). Th. I —.

Apothécies à disque d'un brun-rougeâtre obscur, à bord entier ; thèques à 8 spores ovoïdes-ellipsoïdes, obtuses à 3-4 cloisons transversales et quelques commissurales, longues de 0,020-32 et larges de 0,010-11 (Pl. 1, fig. 1).

Troncs d'arbres ; rarement sur pierres moussues. Assez commun dans les lieux montagneux ; mais très rarement fertile.

M.-et-M. : Saulxures-lès-Vannes, sur un Noyer ; Fonds-de-Toul, sur un Frêne (Harmand) ; Nancy (Vincent) ; La Malgrange (Godron).

Vosges : Ballon de Guebwiller, troncs d'arbres ; cascade de Tendon, sur un Prunier (Harmand) ; Remiremont, sur un Frêne, près de la chapelle du Saint-Mont (Abbé Hue) ; Épinal, troncs d'arbres (D^r Berher) ; Bussang (Harmand, V. et H. Claudel).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 454 ; *Lich. Lorr.* n° 84.

14. *L. Hildenbrandi* (Garovaglio, *Lichenothec. Ital.* Edit. 1, 1837, Dec. 1, 41, *Collema Hidelbrandi*) Nyl., *Prodr.*, p. 26, *L. Hildenbrandii*.

Thalle membraneux, monophylle, épais, presque orbiculaire, plissé et finement rugueux, légèrement lobé-ondulé, brun-plombé ou brun-verdâtre en dessus, cendré-blanc et couvert de fibrilles blanches de 1 ou plusieurs millimètres de longueur en dessous (Pl. 1, fig. 3). Th. I —.

Apothécies d'un brun-rougeâtre obscur, à disque plan ou un peu convexe ; thèques à 8 spores hyalines, ellipsoïdes-obtuses, à 3 cloisons transversales et quelques commissurales, longues de 0,016-24 et larges de 0,008-10 (Pl. 1, fig. 4).

Troncs d'arbres. Rare.

M.-et-M. : Fonds-de-Toul, tronc d'arbre (Harmand).

Vosges : (Mougeot et Godron).

Exs. *Lich. Lorr.* n° 83.

La couleur, où le brun domine, la rugosité du thalle, les rhizines blanches plus longues font aisément distinguer cette espèce du *L. myochroum*.

IV. PHYLLISCUM Nyl.

Gonimies grandes et oblongues, solitaires, éparées, chacune étant entourée d'une enveloppe gélatineuse (Pl. 1, fig. 5) ; spores simples ; spermaties longues, courbes.

Ph. Demangeonii (Mougeot et Montagne, *Ann. sc. nat.* série 3, t. XII, *Plant. cell. nouv.*, p. 291, *Collema Demangeonii*) Nyl. *Syn.*, 137.

Thalle petit, membraneux, épais, en rosette de 2 à 7 mill. de diamètre, fixé par le centre, noir brunâtre, à lobes épais, serrés, un peu ondulés.

Apothécies endocarpes paraissant à l'extérieur comme les fruits d'un *Verrucaria* ; thèques à 8-16 spores subfusiformes, ellipsoïdes, longues de 0,007-10 et larges de 0,004-5 ; spermaties courbes, longues de 0,018-24 sur 0,001 (v. Nyl., *Syn.*, 137).

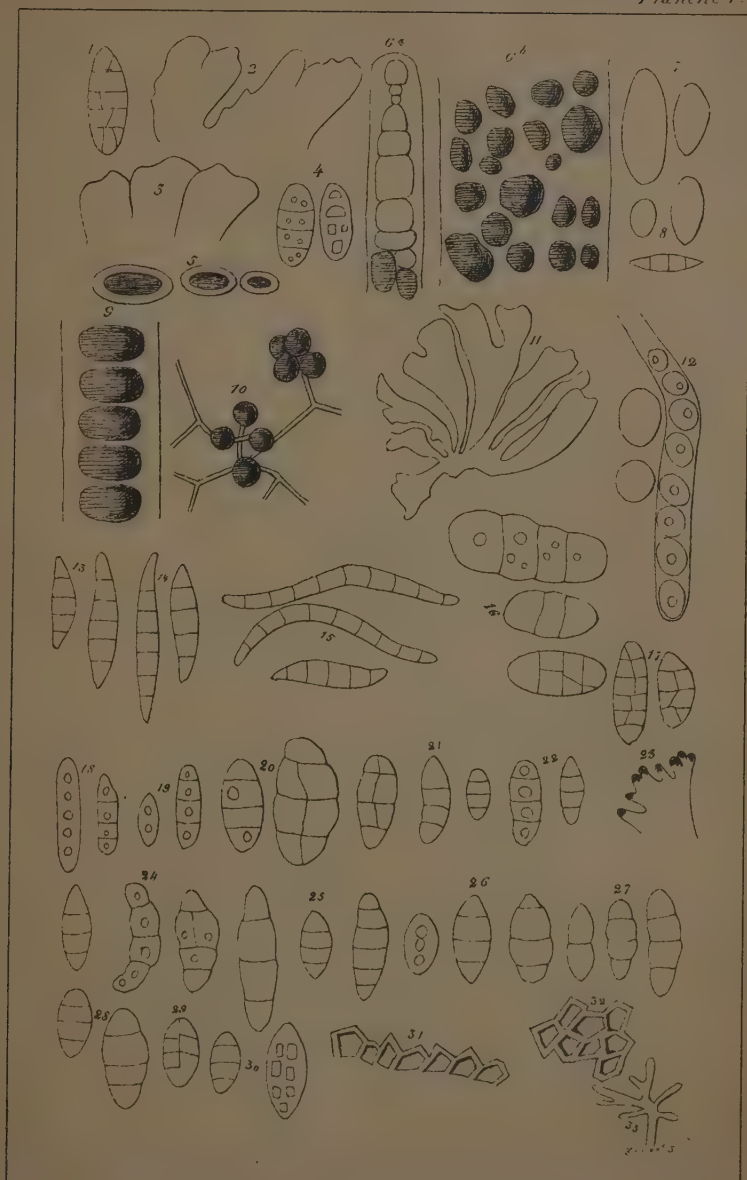
Vosges : Rochers granitiques du lit de la Vologne à Remiremont (Demangeon).

Exs. *St. Vog.-Rhen.* n° 1240.

EXPLICATION DES FIGURES

Planche I.

- Fig. 1. — Spores de *L. myochroum*.
 Fig. 2. — Lobes de *L. myochroum*.
 Fig. 3. — Lobes de *L. Hildenbrandi*.
 Fig. 4. — 2 spores de *L. Hildenbrandi*.
 Fig. 5. — 3 gonimies de *Ph. Demangeonti*.
 Fig. 6. — *a* et *b*, gonimies de *E. pubescens*.
 Fig. 7. — 2 spores de *C. chalazanum*.
 Fig. 8. — (*Suprà*) 2 spores de *C. chalazanellum*.
 Fig. 8. — (*Infrà*) 1 spore de *C. conglomeratum*.
 Fig. 9. — Gonimies de *G. velutinum*.
 Fig. 10. — Gonimies de *O. pulvinata*.
 Fig. 11. — Thalle de *O. pulvinata*.
 Fig. 12. — Thèque et 2 spores isolées du *C. myriococcum*.
 Fig. 13. — 2 spores de *C. flaccidum*.
 Fig. 14. — 2 spores de *C. nigrescens*.
 Fig. 15. — 3 spores de *C. aggregatum*.
 Fig. 16. — 3 spores de *C. cheileum*.
 Fig. 17. — 2 spores de *C. subcheileum*.
 Fig. 18. — 2 spores de *C. pulposum* f. *granulosum b.*
 Fig. 19. — 2 spores de *C. pulposum*.
 Fig. 20. — 2 spores de *C. limosum*.
 Fig. 21. — 3 spores de *C. tenax*.
 Fig. 22. — 2 spores de *C. crispum*.
 Fig. 23. — Lobe et lobules de *C. crispum*.
 Fig. 24. — 3 spores de *C. cristatum*.
 Fig. 25. — 2 spores de *C. granosum*.
 Fig. 26. — 3 spores de *C. furvum*.
 Fig. 27. — 3 spores de *C. polycarpon*.
 Fig. 28. — 2 spores de *C. multifidum*.
 Fig. 29. — 1 spore de *L. microphyllum*.
 Fig. 30. — 2 spores de *L. plicatile*.
 Fig. 31. — Cellules papilleuses du cortex de *L. plicatile*.
 Fig. 32. — Cortex de *Leptogium*.
 Fig. 33. — Thalle subfruticuleux de *L. lacerum* v. *lophæum*.



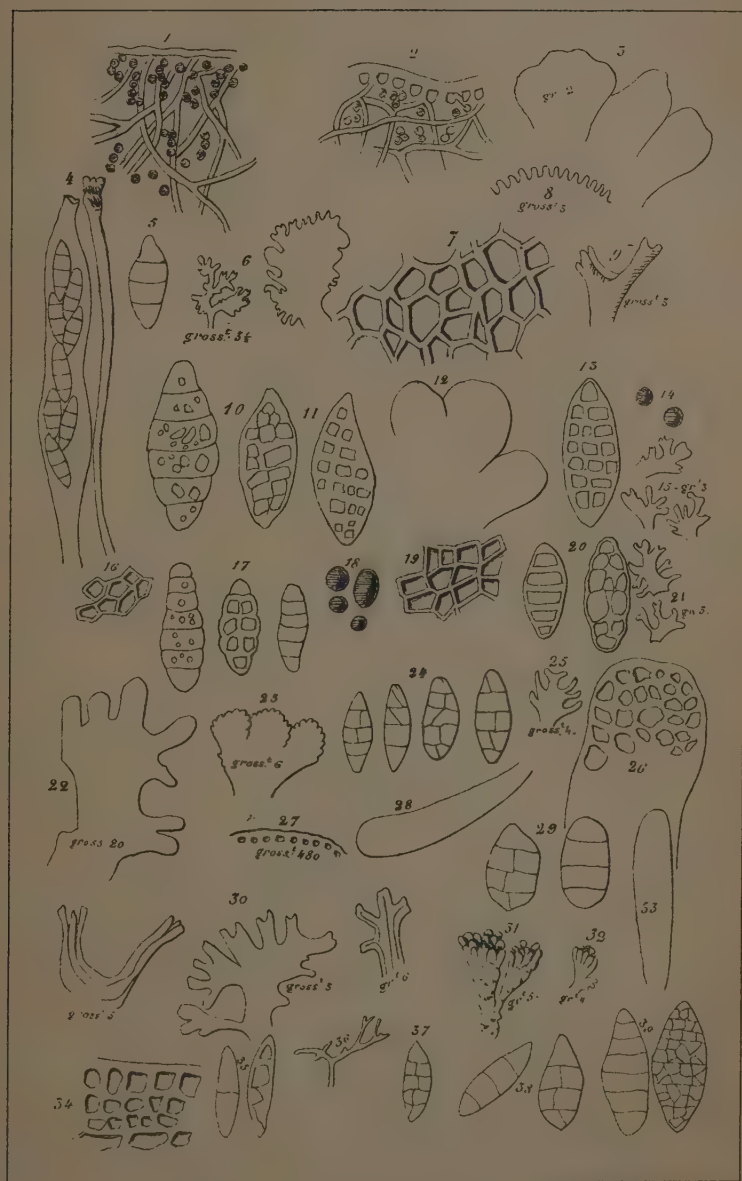


Planche II.

- Fig. 1. — Thalle de *Collema* (Tul.).
 Fig. 2. — Thalle de *Leptogium* (Tul.).
 Fig. 3. — Lobes de *L. tremelloides*.
 Fig. 4. — Thèque et paraphyse d'un *Collema* (Tul.).
 Fig. 5. — 1 spore de *L. tremelloides*.
 Fig. 6. — Lobes et lobules de *L. lacerum*.
 Fig. 7. — Cellules corticales de *L. lacerum*.
 Fig. 8. — Lobe de *L. tremelloides*.
 Fig. 9. — Lobes de *L. palmatum*.
 Fig. 10. — 1 spore de *L. lacerum*.
 Fig. 11. — Spore de *L. sinuatum*.
 Fig. 12. — Lobes de *L. scotinum*.
 Fig. 13. — Spore de *L. sinuatum*.
 Fig. 14. — Gonimies de *L. subtile*.
 Fig. 15. — Lobules de *L. subtile*.
 Fig. 16. — Cellules corticales de *L. subtile*.
 Fig. 17. — 3 spores de *L. subtile*.
 Fig. 18. — Gonimies de *L. tenuissimum*.
 Fig. 19. — Cellules corticales de *L. tenuissimum*.
 Fig. 20. — Spores de *L. tenuissimum* f. a.
 Fig. 21, 22 et 23. — Lobules de *L. tenuissimum*.
 Fig. 24. — Spores de *L. tenuissimum*.
 Fig. 25. — Lobule de *L. tenuissimum* f. c.
 Fig. 26. — Coupe du thalle de *L. tenuissimum* (Nyl.).
 Fig. 27. — Thalle de *L. pusillum* avec cortex presque imperceptible.
 Fig. 28. — Thèque de *L. pusillum*.
 Fig. 29. — Spores de *L. pusillum*.
 Fig. 30. — Lobules de *L. Schraderi*.
 Fig. 31. — Thalle de *L. Schraderi* v. *microscopicum*.
 Fig. 32. — Thalle de *L. Schraderi* v. *cæspitellum*.
 Fig. 33. — Thèque allongée de *L. Schraderi* v. *microscopicum*.
 Fig. 34. — Coupe du thalle de *L. muscicola*.
 Fig. 35. — 2 spores de *L. muscicola*.
 Fig. 36. — Thalle fruticuleux de *L. muscicola*.
 Fig. 37. — Spore de *L. Schraderi* v. *microscopicum*.
 Fig. 38. — 2 spores de *L. plicatile* v. *granuliferum*.
 Fig. 39. — 2 spores de *L. granuliforme*.
-

UNE

FORME NON DÉCRITE DE BOURGEON

DANS LE SAPIN ARGENTÉ

Par M. Julien GODFRIN

PROFESSEUR A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE NANCY ¹

Le bourgeon comprend habituellement deux parties : l'une, externe, appelée pérule par Mirbel, a un rôle simplement protecteur et disparaît le plus souvent au printemps ; l'autre, interne, n'est que l'extrémité vivante de l'axe, destinée à le continuer au réveil de la végétation. Désirant surtout attirer l'attention sur la partie externe de cet ensemble, l'enveloppe ou le contenant, je dirai tout de suite que le contenu, qui ne présente aucune disposition particulière, se compose d'un cône végétatif atteignant à peine un millimètre de hauteur, exactement recouvert par de nombreuses insertions de jeunes feuilles.

Quant à la pérule, les anciens auteurs ont décrit avec soin les formations écailleuses qui la constituent et nous ont indiqué de quelles parties de la feuille elles proviennent ; mais ils n'ont jamais dit mot ni de leur durée, ni de la surface qui leur donne insertion ; ils semblent admettre tacitement qu'elles naissent toujours sur un réceptacle ou torus plus ou moins convexe, situé à la base du cône végétatif, et dû au rétrécissement que subit à cet

1. Communication faite dans la séance du 2 février 1894.

endroit la pousse de l'année ; de plus au printemps, lorsque la nouvelle pousse s'allonge, elles se détacheraient sans exception.

Je n'ai pas trouvé la même chose dans le sapin. Immédiatement au-dessous du cône végétatif hibernant, l'écorce du rameau s'élève circulairement en collerette et forme une sorte de coupe de même hauteur que le rudiment de pousse et le contenant à son centre. Les écailles naissent, au nombre d'environ une trentaine, de la face externe, du bord libre et de la face interne de ce bourrelet ; de cette façon, celles qui sont nées au fond de la coupe se trouvent être les plus récentes et on doit les considérer comme les plus élevées sur l'axe ; à partir de là, en passant par le bord libre du bourrelet, elles sont de plus en plus âgées, jusqu'à celles qui extérieurement occupent le bord inférieur de l'hibernacle.

Les écailles extérieures sont triangulaires et brunes. Vers la base, leur tissu est divisé en deux couches d'égale épaisseur comprenant chacune une moitié du parenchyme et un des épidermes ; la couche externe est totalement lignifiée ; la couche interne est demeurée cellulosique, sauf l'épiderme, qui a subi la lignification. Vers le haut, l'écaille est entièrement ligneuse. Deux canaux résineux, représentant les canaux des feuilles, parcourent longitudinalement l'écaille, à peu de distance de sa ligne médiane. Ils se terminent en pointe à une faible distance du sommet, tandis qu'inférieurement ils se prolongent dans la tige. Une nervure unique, extrêmement réduite, se trouve entre les canaux, mais se termine au sommet bien avant eux.

Les écailles internes, celles du fond de la coupe, se présentent comme des lames scarieuses pliées en gouttière et terminées supérieurement en capuchon. Plusieurs de ces capuchons, se superposant et s'emboitant, ferment hermétiquement la cavité du bourgeon et doivent protéger très efficacement le cône végétatif contre les agents atmosphériques. Ces écailles ont une structure bien plus rudimentaire que les écailles externes, ci-dessus décrites. Sur la ligne médiane on voit un renflement de tissu, ébauche d'une nervure, mais ne contenant ni vaisseaux ni tubes criblés. Les canaux résineux y existent pourtant déjà à leur place habituelle ; quelques-uns, demeurés à l'état de poches sécrétrices, se

terminent dans l'écaïlle même, tandis que d'autres pénètrent dans le rameau. Il faut rapprocher ces faits de ceux que j'ai signalés dans une note précédente ¹ relativement aux feuilles végétatives; j'ai montré que dans les plus jeunes les canaux se terminent inférieurement en cul-de-sac et que dans celles plus âgées, sans qu'il soit possible de fixer le point de départ de ces deux catégories, les canaux reçoivent une branche émanée des canaux caulinaires voisins et se mettent ainsi secondairement en communication avec eux. — Je n'ai examiné que ces deux écaïlles, d'âges extrêmes. Il est à supposer que celles qui sont d'âge intermédiaire ont une structure moyenne en rapport avec leur ordre d'apparition.

Les bourgeons du Sapin ne diffèrent pas seulement des autres par les précédentes particularités de structure, mais aussi par la durée de leur pérule, qui est de plusieurs années, tandis qu'habituellement elle est limitée à une saison hibernale. Le bourrelet de provenance corticale qui entoure le cône végétatif et qui constitue le caractère essentiel de ce bourgeon ne se détruit pas au printemps; il est au contraire accrescent; il suit pendant quelque temps le développement périphérique du rameau sur lequel il s'insère, s'élargit avec lui, et comme il reste recouvert de ses écaïlles, il forme à la base de chaque pousse annuelle une sorte de manchette squameuse qui se maintient pendant nombre d'années. On peut voir ces manchettes en grand nombre, marquant la limite de chaque accroissement annuel, sur des systèmes tout entiers de ramifications; elles leur communiquent un caractère bien spécial, qui peut-être n'aura pas été souvent remarqué, dissimulé qu'il est par les feuilles serrées et persistantes de la plante. On conçoit cependant que cette formation ne puisse suivre toujours l'accroissement en diamètre du rameau; elle se déchire et tombe; elle laisse toutefois à sa place une bride sail-lante de tissu qui persiste sur des troncs atteignant 10 centimètres de diamètre. Après ce délai, la surface de la plante est généralement égalisée aux nœuds comme ailleurs.

Les bourgeons ainsi conformés pourraient être dits à pérule

1. *Les Canaux sécréteurs de la feuille du Sapin argenté; leur communication avec ceux de la tige.* (Bull. de la Société bot. de France, 1892.)

périblastique par opposition aux bourgeons ordinaires, à pérule hypoblastique.

Il n'entre pas dans le cadre du travail d'où est tirée cette note d'étudier anatomiquement les bourgeons d'autres plantes, par exemple ceux des différentes espèces d'*Abies*; cependant, j'ai examiné extérieurement les bourgeons de 6 espèces d'*Abies*, trouvées à Nancy, soit à l'état vivant, soit en herbier, et j'ai reconnu que toutes ont la collerette ci-dessus décrite dans les jeunes branches, à la limite des accroissements annuels en longueur.

Mais ce petit détail de structure tire principalement son importance de ce qu'il est en relation étroite avec le trajet des canaux résineux dans la plante, trajet que je décrirai bientôt.



MONSTRUOSITÉS

PROVOQUÉES PAR LES

VARIATIONS DU MILIEU EXTÉRIEUR

CHEZ LE *RANUNCULUS REPENS* ¹

Par M. Paul VUILLEMIN

CHARGÉ DE COURS A LA FACULTÉ DE MÉDECINE

I.

Toute organisation, tout développement, toute activité, en un mot toute manifestation de la vie, chez la plante comme chez l'animal, a sa source dans l'irritabilité de ses éléments biologiques.

Chaque cellule réagit à sa manière contre les actions stimulantes du milieu qui l'entoure et qui la pénètre. Ce milieu comprend à la fois les agents inertes ou vivants du monde extérieur et les éléments connexes avec lesquels elle forme un individu vivant. La capacité de réagir d'une façon spéciale contre une impression donnée, capacité qui est l'essence même de l'irritabilité, est déterminée à son tour par les influences transmises à la cellule considérée par les cellules dont elle procède et à l'individu lui-même par ses générateurs.

Par suite de sa nature sédentaire, par suite aussi de sa nutrition aux dépens des substances inorganiques contenues dans le

1. Communication faite dans la séance du 2 juillet 1894.

sol qui la porte, dans l'atmosphère qui l'enveloppe, la plante trahit, d'une façon plus évidente, plus immédiate que l'animal, sa subordination aux conditions extérieures. On sait quelles profondes différences séparent les individus d'une même espèce, selon que la lumière, l'humidité, les engrais, etc., leur sont fournis en quantité plus ou moins grande. Si les variations d'une même espèce oscillent dans des limites relativement étroites, cela tient moins à la puissance prépondérante des tendances héréditaires, qu'à la destruction précoce et fatale de tout individu qui n'a pas germé dans une station propice.

On voit pourtant des plantes apparaître spontanément ou se maintenir dans des milieux manifestement impropres à la pleine expansion de toutes leurs qualités spécifiques, soit que la pénurie de certains éléments les mette à l'abri de la concurrence d'espèces moins accommodantes, soit qu'elles aient acquis une résistance suffisante, au moment où un brusque changement altère des qualités primitivement conformes à leurs besoins. Dans le premier cas, les individus se multiplient; dans le second ils se maintiennent. Dans l'un comme dans l'autre, ils s'écartent du type normal de l'organisation; les caractères insolites du milieu exercent une action tératogène.

J'ai déjà fait connaître des exemples de perturbations provoquées par ces deux causes dans la conformation des végétaux. A la première se rapportent des déformations d'origine atrophique observées dans la corolle, chez des *Viola alba* couvrant le sol d'un bois récemment éclairci, chez des *Linaria vulgaris* envahissant un sable siliceux rapporté depuis peu ¹.

A la seconde nous rattacherons la production de téléutospores unicellulaires chez un *Puccinia coronata* ². Le thalle avait pris un développement normal sur des feuilles d'avoine; les sores à leur début ne présentaient rien d'insolite. Mais l'épiderme, resté adhérent sur les bords, continua à comprimer la fructification à

1. P. VUILLEMIN, *Monstruosités provoquées par les variations du milieu extérieur chez le Linaria vulgaris et le Viola alba*. (Bulletin de la Société des sciences de Nancy, fascicule XXVIII, p. 33-50. 1893.)

2. P. VUILLEMIN, *Affinité des genres Puccinia et Melampsora démontrée par la tératogénie*. (Bulletin de la Société des sciences de Nancy, fascicule XXVIII, p. 79-82. 1893.)

une période où, dans les circonstances habituelles, les téléotspores se dressent librement. La monstruosité qui rapprochait la Puccinie des *Melampsora* tenait à la réalisation exceptionnelle de conditions devenues normales pour ce dernier genre. Si l'on considère que, chez les *Melampsora*, les téléotspores unicellulaires, longtemps recouvertes par l'épiderme, sont dans des conditions très avantageuses au point de vue de leur rôle conservateur, on comprend que certaines variations, loin de compromettre l'existence des plantes soumises à la concurrence vitale, seront maintenues par la sélection naturelle et réaliseront de nouveaux types spécifiques ou génériques.

II.

Je me propose de décrire, dans cette note, une nouvelle série d'anomalies provoquées par le brusque changement des caractères d'une station où des *Ranunculus repens* avaient pu germer, grandir et devenir adultes.

Les fleurs monstrueuses appartenaient à un grand nombre de pieds, couvrant un espace de plusieurs mètres, au sommet d'un plateau calcaire, situé près de Nancy, au lieu dit le Haut-de-Lièvre. Le sol compact, dénudé, battu par les vents, n'a jamais été mis en culture. La végétation y est rabougrie. Le nanisme et la consistance coriace des plantes sont la conséquence de l'aridité, du manque d'abri qui caractérisent les points culminants, quelle qu'en soit l'altitude absolue. Le Haut-de-Lièvre n'est qu'à 312 mètres au-dessus du niveau de la mer. Ce n'est pas une station montagnarde, c'est une station culminante. En pareil milieu, on voit des *Dianthus Carthusianorum* uniflores, ayant une tige de deux ou trois centimètres, des *Lotus corniculatus* également uniflores, des *Plantago lanceolata* à feuilles filiformes et à épis sphériques, etc. La Renoncule dresse rarement ses pédoncules à un décimètre.

A l'époque de la récolte (14 juin 1894), la pluie tombait presque chaque jour depuis trois semaines; le soleil ne se montrait qu'à de rares intervalles. Maintenus antérieurement au contact du sol par l'aridité habituelle de la station, les rameaux

floraux y adhéraient plus étroitement encore, depuis que la pluie et la boue pesaient sur eux. Toutefois l'excès d'humidité avait ralenti la sclérose si précoce en pareil terrain. Les nœuds les plus élevés des tiges avaient gardé leur faculté rhizogène ; des racines s'échappaient au voisinage des bractées.

III.

Dans quelques fleurs, des racines sortent de la base des sépales tournés vers le sol, de chaque côté de la nervure médiane ; la fleur se redresse à moitié et prend une direction oblique par rapport au pédoncule.

L'adhérence au sol avait été assez forte et assez précoce pour que le pédoncule, en s'accroissant, se fût courbé en arc au voisinage de la fleur.

Le réceptacle floral, récupérant ainsi une des propriétés les plus caractéristiques de l'appareil végétatif, je dirai même de la portion de cet appareil la plus opposée à la fleur, en acquiert du même coup une autre, celle de s'allonger en une véritable tige. Dans la plupart des fleurs enracinées, un ou deux entre-nœuds sont développés dans l'intérieur de la fleur. Les sépales, les pétales et les étamines se détachent tous simultanément de la base. Le premier entre-nœud sépare l'androcée du pistil. Il est velu comme le pédoncule, vert ou rougeâtre, atteignant jusqu'à quinze millimètres.

L'existence de ce gynophore chez une renoncule n'est pas sans intérêt pour l'interprétation de la fleur. On est porté à admettre que, chez les Aphanocycliques, les étamines et les carpelles indéfinis sont insérés sur une même spirale, dont les appendices changent de sexe en un point quelconque. Ici l'indépendance est complète entre l'androcée et le pistil.

Souvent tous les carpelles sont réunis en une tête globuleuse au sommet du premier entre-nœud comme au centre des fleurs normales. Parfois un second entre-nœud se dresse au centre du réceptacle. Il est beaucoup plus grêle que le premier, néanmoins velu et rougeâtre ; il atteint jusqu'à six millimètres. Un seul carpelle, dont la suture est tournée vers le haut, s'articule au som-

met. Tous les autres carpelles, massés au nœud précédent, tournent leur suture vers le pédicelle central. Plus rarement, le support du carpelle central existe seul ; les autres carpelles s'insèrent au même niveau que les étamines.

Les carpelles sont bien conformés. Beaucoup d'entre eux ont été fécondés et sont en voie de maturation. Les carpelles latéraux d'un pistil stipité sont très étalés, un peu réclinés même ; les plus extérieurs ont la base allongée et atténuée, mais jamais un pédicelle propre, articulé.

L'androcée est normal comme le pistil. L'action modificatrice s'est portée uniquement sur les pièces accessoires de la fleur, sur celles qui ne prennent qu'une part indirecte aux actes sexuels. Nous avons vu les transformations de la partie caulinare ; nous en trouverons d'autres dans les enveloppes florales.

Le calice est légèrement transformé. Le pistil, déjà soulevé dans le bouton, a refoulé la partie moyenne des sépales ; ceux-ci sont profondément gibbeux vers le milieu. Les sépales voisins du sol échappent à cette cause perturbatrice quand, déchirés par l'éruption des racines, ils se dessèchent de bonne heure. Les sépales mortifiés ne se détachent pas ; les autres sont maintenus adhérents après l'anthèse, par suite de l'excès de vitalité que révèle la virescence. Le nombre des sépales se maintient au chiffre normal de cinq.

La corolle devient également persistante. Les pétales sont virescents, mais toujours distincts des sépales. Chaque fois que le pistil est soulevé par un long entre-nœud, les pétales sont transformés en petites feuilles d'un vert un peu jaunâtre. Le limbe est orbiculaire, brusquement contracté à la base. Le pétiole, sans être articulé, est nettement limité et même rétréci au sommet teinté de violet. Il atteint jusqu'à deux fois la longueur du limbe. Le limbe est plus insensiblement atténué dans les fleurs où le gynophore est court. Le nectaire, qui manquait dans le cas précédent, reparait au sommet du pétiole. Il est réduit à un bourrelet étroit, à peine saillant sur la ligne médiane.

Dans les fleurs à corolle profondément transformée, le nombre des pétales perd de sa fixité. Il est le plus souvent supérieur à cinq. L'augmentation tient à la métamorphose de quelques éta-

mines en pétales virescents. Les pièces les plus internes de la corolle trahissent parfois leur origine staminale par leur faible développement en longueur et en largeur. La transformation de l'androcée est restreinte; le nombre total des pétales atteint rarement une dizaine. Si faible qu'elle soit, cette métamorphose accentue les relations des étamines avec les enveloppes florales, comme l'éloignement des carpelles révèle l'indépendance de l'androcée à l'égard du pistil.

IV.

Toutes les fleurs sont loin de présenter une altération aussi profonde que celles que nous avons décrites tout d'abord. Quelques-unes sont dressées et tout à fait normales. Ces dernières forment l'infime minorité. Leurs fruits presque mûrs témoignent que les fleurs étaient déjà bien formées avant l'apparition des conditions extérieures auxquelles j'attribue l'anomalie. L'exception vient donc à l'appui de mon interprétation. D'autres, encore munies de pétales jaunes, avaient été enlevées de terre par un liseron des champs, qui, enlaçant les tiges florifères dans ses propres rameaux, les avait soustraites au contact du sol humide.

On trouve toutes les transitions entre les fleurs normales et les fleurs munies d'un entre-nœud. Ces dernières seules ont ressenti l'influence du sol d'une façon assez intense pour émettre des rudiments de racines. L'absence de racines à la base des fleurs dont le réceptacle est resté court, montre que ces deux anomalies sont dues au contact prolongé de la terre inondée.

Les fleurs faiblement monstrueuses — c'est la grande majorité — ont le pédoncule dressé ou ascendant. L'anomalie se réduit à une virescence du calice et de la corolle et à la persistance des enveloppes florales après la fécondation. Les cinq sépales sont plus ou moins verdissés. S'ils le sont peu, ils sèchent de bonne heure, mais sont persistants comme dans les fleurs où les caractères foliaires sont prononcés. Les pétales présentent les mêmes variations que dans les fleurs enracinées. S'ils sont longuement pétioles, ils écartent prématurément les pièces du calice. Dans le bouton encore jeune, les deux extrémités sont maintenues par les

sépales ; le point de jonction du limbe et du pétiole fait un angle aigu fortement saillant au dehors entre les sépales. Quand la lame est bien verte et le pétiole distinct, le nectaire fait complètement défaut. Si l'anomalie est faible, le verdissement se limite au voisinage de la ligne médiane ; l'écaille sécrétrice se montre, soit sous la forme d'un bourrelet incolore, simple ou double, soit sous un aspect plus voisin de l'état normal. Dans certaines fleurs on ne distingue que quelques filets verts, tracés sur le limbe jaune ; la lame s'atténue en onglet et l'on passe à des fleurs à peine aberrantes, seulement réduites dans leur taille.

Bien que l'influence du milieu ne soit pas d'une évidence immédiate dans ces anomalies faibles, la série des termes intermédiaires démontre suffisamment que la simple virescence résulte, aussi bien que l'enracinement des fleurs et la production d'entre-nœuds au-dessus de l'androcée, de l'action de l'humidité substituée brusquement à l'aridité habituelle de la station.



SUR LE CORPUSCULE CENTRAL

Par A. PRENANT

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DE MÉDECINE¹

Dans un magnifique travail, qui est appelé à faire époque, tant par le nombre immense et la précision des observations que par l'originalité et le caractère rigoureux des vues théoriques, Martin Heidenhain (94) vient de consigner un grand nombre de données intéressantes relatives au corpuscule central, examiné surtout dans les lymphocytes et dans les cellules géantes de la moelle des os du lapin.

Parmi ces données, il en est qui coïncident avec les faits que j'avais avancés pour le corpuscule central de la scolopendre, dans une note insérée aux Comptes rendus de la Société de biologie (92 b). Il en est d'autres, par contre, auxquelles je ne puis souscrire pour l'objet d'étude que j'ai pris.

La note préliminaire où j'ai fait connaître mes résultats devait être suivie d'un travail *in extenso*, parallèle à celui que j'avais fait paraître sur un sujet voisin, le corpuscule intermédiaire (92 d); mes dessins étaient terminés et prêts à mettre en planche. Mais occupé par un concours, je n'avais pas pu trouver le temps de rédiger complètement mes observations.

Ce sont ces dessins que je publie aujourd'hui, et ces résultats que je vais comparer à ceux de M. Heidenhain. Je profiterai de l'occasion qui m'est offerte pour présenter quelques considérations théoriques relatives au corpuscule central.

1. Communication faite dans la séance du 16 juillet 1894.

J'examinerai successivement les points suivants :

1° L'état des corpuscules centraux et des sphères attractives ;
2° la situation de ces corpuscules et de ces sphères dans des cellules au repos, spécialement leur situation par rapport au noyau ; 3° la migration finale des corpuscules et des sphères dans les phases ultimes de la caryocinèse (télokinèse et télophases de M. Heidenhain) ; 4° je m'occuperai enfin du corpuscule intermédiaire auquel Heidenhain consacre quelques pages.

§ I. — ÉTAT DES CORPUSCULES CENTRAUX ET DES SPHÈRES ATTRACTIVES.

Je me permettrai d'abord de transcrire les faits sur lesquels j'attirais l'attention dans ma note préliminaire, et sur lesquels je désire tout d'abord revenir ici.

« Si parfois le corps central m'est apparu unique dans les cellules séminales de la scolopendre, plus souvent je l'ai trouvé, dans des éléments en repos, formé de deux grains fréquemment accolés, plus rarement écartés et alors reliés par un pont d'union non safranophile plus ou moins long. Dans d'autres cas, il paraît constitué de trois granulations : ainsi sur une coupe d'une cellule j'ai trouvé deux petits grains et sur la coupe suivante un grain unique plus gros que les deux granules précédents ; d'où le corps central est composé de trois grains, ou tout au moins est trilobé. Ça et là, soit chez la scolopendre, soit chez le cobaye, plusieurs granules, disposés aux angles d'un triangle, par exemple, et réunis par de fins filaments, représentent le corps central. D'autres fois, un assez grand nombre de petits grains (5 ou 6) sont juxtaposés dans l'épaisseur d'une masse condensée de protoplasme. Ailleurs enfin, le corps central est mûriforme, sans que l'on puisse différencier les granules qui sans doute le composent. Enfin, je soulève, sans la résoudre, la question de savoir s'il n'y a pas souvent dans une cellule séminale de scolopendre plusieurs corpuscules centraux éloignés les uns des autres et absolument distincts ; car j'ai vu plusieurs fois deux corpuscules (chacun double ou simple) offrant des connexions avec le protoplasme ambiant qui légitimaient leur interprétation comme corps cen-

traux; en outre, il existe de nombreux grains presque aussi colorables et presque aussi gros que le corpuscule central, auxquels il ne faut peut-être pas de parti pris refuser toute parenté avec ce dernier, surtout quand on songe à la pluralité des irradiations astériformes constatée ailleurs par Carnoy.

« Quand le corpuscule est constitué de deux granules, ceux-ci sont, dans quelques cas, manifestement inégaux comme taille et quelquefois aussi par leur colorabilité (scolopendre, cobaye)... Dans quelques cas où je crois bien avoir devant moi un corps central, celui-ci, incolore et plus gros, et comme gonflé, peut être voisin d'un autre corpuscule plus petit, mais vivement coloré; ou bien le grain le plus petit est le moins foncé. Le plus souvent les grains, de taille inégale, ont une coloration d'une même intensité.

« Quant à la division du corps central, j'ai vu chez la scolopendre et aussi chez le cobaye, dans des cellules d'ailleurs encore quiescentes, deux corpuscules distincts l'un de l'autre, mais réunis par un pont non safranophile, volontiers renflé en tonnelet, et plus ou moins long. Mais je n'ai pas pu prendre sur le fait les transformations de ce tonnelet, déjà décrit ailleurs, en un petit fuseau, que les figures de Hermann montrent si bien. D'autre part, j'ai constaté, au lieu polaire d'une ancienne division, deux corpuscules centraux écartés, possédant chacun un système d'irradiations distinctes. »

Dans son travail, Heidenhain décrit minutieusement et figure dans de superbes dessins les corpuscules centraux des lymphocytes et des cellules géantes du lapin. Dans les lymphocytes, les corpuscules sont en nombre variable qui n'excède toutefois pas quatre; le plus habituellement il en existe deux. Dans les cellules géantes, ils sont extrêmement nombreux et forment de véritables colonies, savoir un « groupe principal » situé dans l'endoplasme qui remplit la cavité du noyau, et des « groupes accessoires » placés hors le noyau, dans l'exoplasme. Les corpuscules centraux d'un même lymphocyte, très voisins les uns des autres, sont réunis par une substance différente de la leur, qui établit entre eux une connexion organique primaire; il existe là, en d'autres termes, une *centrodesmose primaire*, suivant la dénomination très bien choisie que l'auteur

emploi. L'ensemble des corpuscules et de leur centrodesmose est désigné par l'auteur, d'une façon très heureuse, sous le nom de *microcentre* : expression que nous adopterons dans la suite, parce qu'elle convient à toutes les dispositions, très variées du reste, que peuvent présenter ces formations. D'une statistique portant sur le chiffre énorme de 1,000 cellules, Heidenhain conclut que les corpuscules du microcentre sont le plus souvent inégaux, et que dans 19.1 p. 100 des cas seulement ils sont égaux. Lorsqu'il y a trois corpuscules, l'un d'eux est manifestement plus petit que les autres ; c'est le *corpuscule central accessoire*, déjà signalé par l'auteur dans un travail antérieur ; il existerait dans 14.8 p. 100 des cas.

1° Nombre des corpuscules centraux.

Pour ce qui est du nombre des corpuscules centraux qui composent un microcentre, je renvoie aux figures de la planche I de ce travail. Elles montrent que le microcentre est le plus souvent bicorpusculaire dans les éléments séminaux de la scolopendre. D'autre part, la figure 21 (pl. II) fait voir que le microcentre peut renfermer jusqu'à 6 corpuscules. Je n'ai jamais trouvé ici cette multitude de corpuscules que Heidenhain a observés dans les cellules géantes de la moelle osseuse du lapin, dans son groupe principal particulièrement. Le nombre quatre se présente quelquefois dans les microcentres des éléments séminaux de la scolopendre (fig. 5 et fig. 15). Dans cette dernière figure, la cellule inférieure offre un microcentre à quatre grains disposés d'une manière très remarquable par paires, l'une formée de corpuscules plus petits. Il est moins rare encore de trouver dans les spermatocytes de la scolopendre et surtout du cobaye des microcentres à trois corpuscules (fig. 3, 6, 20). Mais je suis d'accord avec Heidenhain pour trouver que le type bicorpusculaire du microcentre est de beaucoup le plus fréquent et se présente plus souvent même que le type unicorpusculaire. Il est bon cependant de se tenir sur une réserve prudente, en affirmant le nombre des corpuscules contenus dans un microcentre. Il faut en effet toujours craindre que le nombre trouvé ne repré-

sente un minimum, et cela pour deux raisons. C'est d'abord que l'un des corpuscules d'un microcentre donné peut se trouver dans une coupe précédente ou suivante de la cellule¹; de là la nécessité d'avoir des coupes sériées; de là aussi l'avantage de coupes un peu épaisses qui diminuent les chances d'erreur². C'est ensuite que souvent les corpuscules sont fusionnés les uns avec les autres en une masse de forme irrégulière, mûriforme, signalée dans ma note préliminaire (voir ci-dessus). C'est cette masse que Heidenhain nomme « figure de tassement » (*Verklumpungs-Figur*). Heidenhain prétend pouvoir dans cette figure distinguer le nombre des grains composants et même reconnaître qu'ils sont souvent de taille différente (p. 476). Moins heureux que lui, je considère ces microcentres mûriformes comme non analysables avec entière certitude.

Le fait de la duplicité du corpuscule central, dans les cellules en repos ou tout au plus dans les périodes tout à fait initiale et finale de la cinèse, est aujourd'hui tombé dans le domaine commun, ayant été constaté successivement par une foule d'observateurs, Bellonci (84), E. van Beneden (87), Vialleton (88, fig. 30), Boveri (90, pl. II, fig. 29), Kölliker (89), O. Schultze (90), Flemming (91 a; 91 c, fig. 24, 32), Henneguy (91), van Bambeke et van der Stricht (91), Guignard (91), Bürger (91), M. Heidenhain (91), van Bambeke et van der Stricht (91), Nicolas (92), M. Heidenhain (92), Hansemann (92), P. Schottländer (92), Strasburger (92), vom Rath (92 et 93), Moore (93 a) et surtout M. Heidenhain (94)³. On connaît les conséquences que Flemming a tirées de la

1. J'ai rapporté au début de ce chapitre une observation probante à cet égard.

2. Avec Benda (93) je pense que des coupes de 10 μ . d'épaisseur (correspondant à peu près au milieu de la distance qui sépare les graduations $\frac{1}{100}$ et $\frac{1}{200}$ dans le microtome oscillant construit par Dumaige) sont les plus avantageuses. F. Hermann (91) considère comme indispensable l'épaisseur de 5 μ ., en employant, il est vrai, un procédé de coloration qui assombrit beaucoup les coupes. L'épaisseur de 3 μ ., que Heidenhain a donnée à ses coupes, me paraît superflue après l'emploi du liquide fixateur et du procédé de coloration de Flemming.

3. Bien que dans les mémoires de Bellonci et de Vialleton, il ne soit pas question précisément de corpuscules centraux, et que ces formations soient ici désignées sous d'autres noms, leurs observations n'en doivent pas moins être signalées ici. Vialleton appelle les corpuscules centraux des « taches polaires ». Bellonci les nomme « substance cellulaire active » et les trouve aux pôles du noyau, encore au repos, sous forme de masses se colorant en rouge par le carmin et se différenciant par conséquent du protoplasme cellulaire (fig. 21, 22, 23).

duplicité des corpuscules, au point de vue de la polarité des cellules. La ligne qui joint l'un à l'autre déterminerait en effet, suivant Flemming, l'axe cellulaire. M. Heidenhain fait voir au contraire, d'une façon absolument péremptoire, que la ligne unissant les deux corpuscules a une orientation quelconque, et n'a aucune valeur pour la construction de la cellule (fig. 1-14). Je souscris à cette conclusion de M. Heidenhain, d'après les quelques observations que j'ai pu faire (comp. par exemple fig. 1, 3 et 13).

Si la duplicité des corpuscules centraux est devenue à présent un fait banal, il n'en est pas encore de même de la pluralité des corpuscules. Heidenhain en donne un grand nombre d'exemples dans des figures d'une remarquable précision, dessinées avec l'énorme grossissement de 1,500 diam. (fig. 25-34).

Auparavant, la pluralité des corpuscules avait été indiquée à plusieurs reprises par Henneguy (91), Nicolas (92), et par moi-même (92). Henneguy, par exemple, a vu dans les cellules de segmentation de la truite, au début de la division, un centrosome linéaire, allongé perpendiculairement à l'axe du fuseau et composé d'un grain central plus volumineux et d'une ou deux granulations plus petites, flanquant le précédent de chaque côté; d'ailleurs, suivant Henneguy, le centrosome, à l'état de repos de la cellule, serait normalement globuleux (et sans doute simple aussi, devait dire l'auteur). Nicolas, dans les cellules épithéliales du rein de la larve de salamandre, a trouvé « plusieurs granules rouges entourés ou non chacun d'une auréole claire et orientés d'une façon variable les uns par rapport aux autres et par rapport au noyau ». Dans une communication écrite, M. Heidenhain me fait savoir que Wheeler, travaillant dans le laboratoire du professeur E. van Beneden, a aperçu aussi dans l'œuf de *Myzostoma* plusieurs centrosomes dans l'astrosphère. Au dire de Wheeler, Watase aurait obtenu déjà auparavant, dans un travail dont je ne connais ni la source ni le titre, des résultats absolument semblables¹. Quant à mes observations, elles sont relatées plus haut (p. 4 et 5).

1. Dans son travail de 1891 cite dans l'index bibliographique de ce travail, Watase ne parle pas de ces résultats.

La pluralité des corpuscules est, du reste, un fait assez anciennement connu, dont la découverte revient à E. van Beneden. Cet auteur, dès 1883, décrivant chez *Ascaris megalocephala* la figure de division de l'œuf, avait dit (p. 332) : « Au centre de chacune des sphères se voit un globule ou un groupe de globules différenciés, auxquels je conserve le nom de « corpuscules polaires ». Il ajoute en 1887 (p. 50) : « Ce corpuscule (polaire) est formé ici par un amas de granulations ¹. »

Pour en finir avec la question du nombre des corpuscules centraux, Martin Heidenhain a constaté (92, fig. 10, et 94, p. 483-484), de même que plusieurs autres auteurs, tels que Flemming (91, fig. 34), van der Stricht (92, fig. 12), qu'à l'un des pôles de la figure de division, le corpuscule demeure simple, alors qu'il se montre bilobé ou même est déjà divisé à l'autre pôle. Ishikawa a même montré (94, fig. 7) que tandis qu'à l'un des pôles il existe deux corpuscules seulement, dérivant de la division d'un corpuscule préexistant, il y en a trois à l'autre pôle, l'un des deux corpuscules issus d'une première division s'étant déjà partagé à son tour. J'ai vu également que la division du corpuscule polaire est plus précocce à l'un des pôles qu'à l'autre. Une remarque de Ishikawa engage d'ailleurs à réserver cette assertion et à se garder de la généraliser.

Ishikawa, en effet, a constaté que les axes de division du corpuscule polaire et par suite ceux de la figure de division des noyaux-filles ne sont pas nécessairement perpendiculaires à l'axe de la division du noyau-mère. Il en résulte que lorsqu'à l'un des pôles on voit deux corpuscules, cela est dû à ce que la division du corpuscule polaire primitif s'est faite à peu près dans le plan de la coupe qui contient aussi l'axe de division du noyau-mère ; tandis que si l'axe de division du corpuscule est orienté à l'autre pôle perpendiculairement à l'axe de la division précédente (ainsi que cela paraît être la règle), ou bien s'il est très fortement obli-

1. Il s'agit ici, il est vrai, de même que dans l'observation d'Henneguy précitée, des corpuscules centraux parvenus aux pôles de la figure de division, bref des corpuscules polaires, que nous n'avons pas spécialement en vue. Pour le dire en passant, toutefois, nous avons pu constater que le corpuscule polaire est formé parfois de plusieurs grains dans les éléments séminaux d'*Astacus fluviatilis* (92, e).

que sur cet axe, on pourra n'avoir qu'un seul corpuscule, l'autre n'étant pas compris dans la coupe.

2° *Volume des corpuscules centraux.*

Une autre question qui s'offre à nous est celle de la taille des corpuscules centraux qui entrent dans la constitution du microcentre. J'ai rapporté plus haut les résultats statistiques de M. Heidenhain à cet égard : résultats d'une très grande valeur, puisqu'ils découlent de l'observation d'un millier de microcentres. Constatée déjà par F. Hermann (91) et par Flemming (91 c, fig. de la pl. XXXVIII et fig. 32), l'inégalité de taille des corpuscules centraux avait aussi attiré mon attention : « Quand le corpuscule est constitué de deux granules, ceux-ci sont, dans quelques cas, manifestement inégaux comme taille et quelquefois aussi par leur colorabilité (scolopendre, cobaye) [92 b]. » Les figures 1, 3, 13 du présent travail montrent que fréquemment le microcentre est composé de deux corpuscules de grosseur inégale. L'inégalité correspond, d'après Heidenhain, à une différence d'âge ; le plus gros est le plus anciennement formé.

Dans le cas où il existe trois ou plusieurs corpuscules, la différence de volume des corpuscules peut être plus frappante encore. Des trois corpuscules qui constituent fréquemment un microcentre, l'un d'eux est habituellement, selon Heidenhain (92, 94), beaucoup plus petit que les autres (dans 14.8 p. 100 des cas) ; ce corpuscule moindre est le « corps central accessoire » d'Heidenhain. S'il y a quatre corpuscules dans le microcentre, deux d'entre eux ont souvent une taille inférieure à celle des deux autres ; il existe alors par conséquent un deuxième corps central accessoire. Quant à la signification de ces corpuscules, Heidenhain ne peut y voir autre chose que des corps centraux de très petite espèce ; ils n'ont aucune relation d'origine avec les « corpuscules du fuseau central » découverts par v. Kostanecki (92). L'auteur pense que ces corpuscules accessoires se forment à nouveau dans le microcentre pendant la période de repos cellulaire, et que les lymphocytes quiescents possèdent habituellement non pas seulement deux mais trois et même quatre corpuscules centraux.

Les figures 6 et 15 montrent que le microcentre renferme parfois des corpuscules plus petits ou corps centraux accessoires : un par exemple dans la figure 6, deux dans la figure 15. Quant à admettre ou même supposer que les microcentres tri- ou quadri-corpusculés sont les plus fréquents, cela me paraîtrait contraire à mes observations. Je répéterai seulement ici ce que je faisais remarquer plus haut, c'est-à-dire que le chiffre de corpuscules trouvés doit être considéré comme un minimum, inférieur à la réalité pour plusieurs raisons : parce que tous les corpuscules peuvent ne pas être compris dans une coupe, celle-ci eût-elle même une certaine épaisseur, et peuvent ne pas être retrouvés dans la coupe précédente ou suivante ; parce que certains corpuscules peuvent être confondus avec d'autres en une masse commune ; parce que enfin, peut-être, il en est qui échappent par leur petitesse à l'observation.

Il est des circonstances où les corpuscules centraux présentent une taille beaucoup plus considérable que dans les cas habituels, où leurs dimensions sont d'à peine 1μ . C'est ainsi, par exemple, que plusieurs auteurs, O. Hertwig (90), Boveri (88, 90), vom Rath (93), Flemming (92), ont trouvé aux corpuscules centraux parvenus aux pôles de la figure de division, savoir aux corpuscules polaires, une taille beaucoup plus grande qu'aux corpuscules centraux des prophases et de la période quiescente. D'après Boveri, cette augmentation du volume des corpuscules centraux serait même plus précoce. Dès que la sphère attractive, qui loge primitivement un très petit corpuscule, se divise en deux, et que ce corpuscule en fait à son tour autant, on voit les corpuscules centraux, à peu près à l'époque où le fuseau se constitue, atteindre de quatre à six fois leur diamètre primitif ; ils apparaissent alors comme des sphères pâles relativement grandes, renfermant un petit grain central, retrouvé depuis par Brauer (93 et 94).

Lorsque le processus de formation du fuseau approche de sa fin, Boveri et Hertwig voient les corpuscules centraux diminuer de grosseur. « Nous savons, dit aussi Flemming (93), qu'en général dans la division mitotique les corps centraux s'agrandissent, redevennent petits après le cours du processus et finalement indis-

tincts. » Hæcker (93), qui a constaté aussi chez *Sida crystallina* le même fait, c'est-à-dire l'augmentation du volume des corpuscules centraux pendant la mitose, accorde à cette augmentation une importance considérable, parce qu'il l'a vue s'accompagner de modifications dans la constitution et la colorabilité des corpuscules : il a constaté, en effet, que le centrosome devient plus gros, clair et vésiculeux au début de l'anaphase, et qu'autour de lui la disposition de la sphère attractive est changée. Il conclut de là que le centrosome peut abandonner une partie de sa substance qui se répand dans la partie voisine de la sphère dont il augmente ainsi la propriété colorable ; il est par suite disposé à admettre avec Strasburger (93) une certaine action chimiotaxique exercée par le centrosome qui interviendrait dans la caryocinèse.

Non seulement les centrosomes varient beaucoup en volume, selon les moments où on les examine, mais encore ils sont plus ou moins gros, suivant les espèces animales. Ils sont par exemple volumineux dans l'œuf d'*Ascaris megalcephala*, d'après les observations d'O. Hertwig (90) ; ils sont gros aussi dans les cellules séminales de la salamandre (vom Rath, 93, fig. 5 de la pl. VII). Ils offrent un diamètre en général très considérable dans les cellules végétales (Guignard, 91 ; Karsten, 93). Par contre, Hansemann par exemple (93) trouve que dans les cellules conjonctives d'un carcinome ils ressemblent à de très petits cocci. Ils sont également d'une extrême petitesse dans les microcentres multicorpusculés des cellules géantes de la moelle des os (M. Heidenhain, 94). Ces variations de volume ne semblent soumises à aucune règle. Il ne serait pas exact de dire que c'est dans les éléments cellulaires les plus volumineux que l'on trouve les corpuscules les plus gros. C'est tout à fait gratuitement, ce semble, que Galeotti (94) prétend qu'ils sont plus considérables là où le rôle attractif que le corpuscule a à remplir est plus important en raison d'un plus grand nombre d'éléments chromatiques. Enfin, ce n'est pas non plus toujours quand ils sont le plus nombreux dans un même microcentre que les corpuscules centraux sont le plus petits.

Il convient de placer ici, dans ce paragraphe consacré à la question du volume des corpuscules centraux, un certain nombre

d'observations de centrosomes tout à fait volumineux, mais aussi remarquablement pâles. Ces formations ont alors offert un habitus tellement différent de celui sous lequel on a coutume d'observer les corpuscules centraux que des auteurs très réservés, vom Rath, par exemple (93, pl. VII, fig. 4; pl. VIII, fig. 4, et ailleurs), marquent ces centrosomes d'un point d'interrogation. J'ai eu sous les yeux des images semblables, et il est possible aussi, bien que je ne puisse l'affirmer, que j'aie eu affaire ici à des centrosomes. Je suis presque tenté d'admettre (et Flemming, dans une communication écrite, m'a fait savoir qu'il acceptait cette hypothèse), qu'il s'agit ici de centrosomes gonflés, imbibés, par suite moins vivement ou même point du tout colorables. Je suppose encore que ces modifications sont liées à la dégénérescence du centrosome. Si l'on confirmait l'existence de processus de dégénérescence frappant le centrosome, on serait bien près d'infirmier l'hypothèse, émise par van Beneden, de la permanence du corpuscule central dans les éléments cellulaires.

Nombre de formations émanant de différents auteurs peuvent encore être rangées ici dans la catégorie des centrosomes douteux. Que faut-il penser, par exemple, de ces masses homogènes ou anguleuses que C. Schneider (91) figure dans les œufs et les cellules séminales d'*Ascaris megalocephala* (fig. 16, 17, 21)? Faut-il les considérer comme équivalant seulement aux centrosomes, ou comme représentant tout à la fois sphère attractive et centrosome? On sait que l'auteur défend la première manière de voir.

Sont-ce bien des centrosomes que Brauer (94) a décrits dans les œufs parthénogénétiques d'*Artemia salina*, comme une grosse tache claire, dont le contenu est parcouru par une trame à mailles grossières, formée de filaments très peu colorables, de sorte que l'ensemble a l'air d'un petit noyau au repos (fig. 28)? Doit-on considérer comme centrosome le corps central qui existe dans le corps vitellin de Balbiani ou noyau vitellin des auteurs, chez les mammifères, la grenouille rousse, les poissons osseux (Henneguy, 93)? Les taches blanches, dépourvues de pigment, que Solger (90 et 91) décrit dans les chromatophores, sont-elles bien, comme le veut l'auteur, des corpuscules centraux? Le « bâtonnet

central » que Zimmermann a décrit dans les cellules pigmentaires (93) a-t-il la valeur du centrosome seul ou bien correspond-il en même temps à une partie de la sphère attractive (archiplasma), ainsi que le veut l'auteur ? Le ou les corpuscules vivement colorés que Blochmann (94) a rencontrés, appliqués contre le noyau ou très éloignés de lui chez *Euglena*, sont-ils des centrosomes ? L'auteur en doute lui-même.

3° *Forme et constitution des corpuscules centraux.*

Nous voulons maintenant dire deux mots de la forme des centrosomes. Elle nous a toujours paru sphérique, comme à la plupart des auteurs et tout récemment à M. Heidenhain. Plusieurs auteurs leur ont trouvé des formes différentes de la forme sphérique. Ainsi Flemming (91) a vu dans les leucocytes des centrosomes allongés. Henneguy (92) figure dans les blastomères de la truite un centrosome linéaire, il est vrai, composé de plusieurs grains. Zimmermann (93), dans les cellules pigmentaires des poissons, trouve des corpuscules centraux (?) allongés et même ayant la forme d'un bâtonnet. Vom Rath (93) dit que les centrosomes, de même que du reste les sphères attractives, changent de forme et de taille au cours de la mitose, depuis le début du fuseau jusqu'à l'achèvement complet de la reconstitution des noyaux-filles.

Quant à la constitution des corpuscules centraux, la plupart des auteurs ont trouvé ces petits éléments formés d'une matière homogène. Quelques histologistes, au contraire, leur ont trouvé une structure. Ainsi Boveri (88, pl. III ; 90, pl. II) les a vus formés d'une zone périphérique et d'un grain central. Ce grain, Brauer (94) n'a pu le retrouver sur des préparations montées dans le baume, mais a pu l'observer sur le frais dans des œufs parthénogénétiques d'*Artemia salina*. Sur le même objet, comme nous l'avons indiqué ci-dessus, le centrosome lui a paru avoir une constitution beaucoup plus complexe, qui le faisait ressembler à un petit noyau.

4° Coloration des corpuscules centraux.

Sous le rapport des différences de colorabilité des divers corpuscules qui constituent un microcentre, Heidenhain nous apprend que les plus petits corpuscules sont les moins colorés, non pas tant parce que l'épaisseur de leur substance est moins considérable, que parce qu'ils se décolorent plus rapidement que les plus gros. Dans le procédé de coloration employé par l'auteur (teinture générale avec le rouge de Bordeaux suivie d'une coloration « subtractive » par la laque ferrique d'hématoxyline), les corpuscules centraux sont colorés en noir intense ; mais le ou les corpuscules centraux accessoires (fig. 25-34), et quelquefois aussi l'un des corpuscules principaux (par exemple dans les figures 25, 28, 29) n'ont pris qu'une teinte grise.

Je n'ai jamais observé, à l'intérieur d'un même microcentre formé d'ailleurs de corpuscules normaux, des différences semblables. Comme je le disais dans ma note préliminaire : « Dans quelques cas où je crois bien avoir devant moi un corps central, celui-ci, incolore et plus gros, et comme gonflé, peut être voisin d'un autre corpuscule plus petit, mais vivement coloré ; ou bien le grain le plus petit est le moins coloré » (fig. 12). Il s'agit dans ces cas, sur lesquels j'ai déjà ci-dessus attiré l'attention à propos de la taille des corpuscules centraux, de microcentres dont les centrosomes constitutifs sont vraisemblablement en voie de dégénérescence. C'est sans doute un corpuscule transformé d'une façon analogue que van der Stricht (92) a eu sous les yeux et qu'il représente dans sa figure 20 ; il s'agit aussi probablement d'un corpuscule gonflé, dans la figure 25 de Flemming (91 c). Du reste, le procédé de coloration que j'ai employé (méthode de triple coloration de Flemming), moins intensif que celui d'Heidenhain, et les grossissements plus faibles dont je me suis servi ne me mettent pas si bien que lui à même d'apprécier des différences de coloration peu considérables.

La coloration des centrosomes donne lieu à quelques remarques qui ne sont pas sans importance au point de vue de la nature exacte de ces corps. La question se pose ainsi : la coloration des

centrosomes est-elle spécifique, et par suite est-il probable que spécifique est aussi la substance des centrosomes ainsi colorés? La plupart des méthodes de coloration employées pour mettre les corpuscules centraux en évidence ne peuvent teindre ces formations à l'exclusion des autres parties de la cellule. Ainsi dans le plus grand nombre de ces procédés, les corpuscules centraux, de même que les corpuscules intermédiaires, prennent une coloration identique à celle des éléments chromatiques du noyau, autant du moins que la faible dimension des corpuscules permet de caractériser la couleur qu'ils ont prise. Par exemple, dans le procédé de Flemming (safranine-gentiane-orange), chromosomes nucléaires, corpuscules centraux et corpuscules intermédiaires prennent tous une coloration rouge¹.

La méthode tinctoriale de Benda communique aussi aux chromosomes et aux corpuscules centraux une coloration pareille.

Les procédés d'Henneguy et de Guignard ne produisent pas non plus une coloration spécifique des centrosomes. Henneguy (91, p. 399), dont la méthode consiste, on le sait, à mordancer par le permanganate de potasse et à colorer ensuite par une couleur d'aniline, telle que la safranine, indique comme résultat que « les chromosomes et la membrane des noyaux sont vivement colorés en rouge, les sphères attractives et leurs corps centraux sont colorés moins fortement, mais tranchent nettement sur le reste du protoplasma ». Par la méthode de Guignard, qui colore au moyen de la fuchsine et du vert de méthyle, les sphères apparaissent en rose vif dans le protoplasma qui est rose pâle.

Il en est de même avec le procédé d'Heidenhain, qui colore à la fois en noir les éléments chromatiques du noyau et les corpuscules centraux aussi bien qu'intermédiaires. Toutefois Heidenhain affirme que la méthode qu'il emploie différencie les corpuscules parce que le protoplasma, la linine et la lanthanine² perdent

1. J'entends parler ici des chromosomes nucléaires qui se forment en nombre déterminé pendant la division, et qui apparaissent au stade de pelotonnement.

2. La linine (Schwarz) est, on le sait, la substance de la charpente achromatique du noyau. La lanthanine ou oxychromatine (M. Heidenhain) est une matière colorable du noyau, qui est distincte de la chromatine ou basichromatine (M. Heidenhain), et qui se dépose en microsomes sur la charpente de linine comme support.

plus tôt leur couleur que la chromatine, celle-ci plus vite que les nucléoles et les nucléoles enfin avant les corpuscules centraux. Après avoir étudié les conditions qui peuvent produire cette résistance à la décoloration dans les centrosomes, l'auteur dit (p. 663) : « Je conclus par conséquent de tout ceci, que les corpuscules centraux doivent posséder une substance chimiquement spécifique quelconque, qui n'existe pas en d'autres endroits de la cellule ; je soutiens donc que les centrosomes sont, d'après la nature de leur matière, des objets *sui generis*. »

5° *Connexions des corpuscules centraux.*

Relativement à l'intéressante question des connexions qu'affectent entre eux les corpuscules d'un même microcentre, j'ai observé quelques images qui ressemblent à celles que figure M. Heidenhain. Il est vrai que, sans doute à cause du grossissement moindre que j'ai employé, ces images sont bien moins complètes que celles de cet auteur. Au lieu de voir en effet les ponts d'union intercorpusculaires sous la forme de tractus d'une certaine épaisseur, je n'ai souvent aperçu que de simples filaments. Par contre, ces figures, si elles sont moins complètes que celles d'Heidenhain, ne le cèdent en rien pour la netteté à ces dernières.

J'ai trouvé soit chez la scolopendre, soit chez le cobaye, les divers modes de connexion, de centrodesmose primaire (comme dit Heidenhain), suivant que le microcentre renferme deux ou trois corpuscules.

Dans le cas de deux corpuscules, la centrodesmose qui les relie est un pont de substance court, plus clair que le reste du protoplasme, en forme de cylindre ou de fuseau : « fuseau achromatique de très petites dimensions » (E. van Beneden, 87), « pont clair » d'Hermann, « fuseau primitif » de Nicolas, « fibres bipolaires » de van der Stricht, « centrodesmose primaire » de M. Heidenhain. Depuis sa découverte par E. van Beneden (87, pl. I, fig. 4 et 11 ; pl. IV, fig. 1, 5, 14), ce pont d'union intercorpusculaire a été observé nettement par Platner (89 a, fig. 2), Flemming (91 c, fig. 6 et 7), Hermann (91), Benda (91 et 93),

Fol (91 *b*), moi-même (92 *b*), Nicolas (92), M. Heidenhain (92, pl. X, fig. 10), van der Stricht (92, fig. 3, 10), vom Rath (92, fig. 12, 14 et 15; 93), Moore (92 et 93, fig. 17), M. Heidenhain (94), Hansemann (94).

Dans ma note préliminaire, je le décris comme un « pont non safranophile, volontiers renflé en tonnelet et plus ou moins long ». J'en donne ici plusieurs figures (fig. 18, 19, 20)¹.

Quant à l'interprétation de ce pont de substance, elle est contenue déjà dans la dénomination que van Beneden lui a imposée. Elle a été donnée, en outre, avant Martin Heidenhain, par Flemming, F. Hermann et Nicolas. Je suis donc un peu surpris de lire dans Heidenhain (p. 480, 481) cette conclusion soulignée : « Par conséquent, la substance contenue dans la centrodesmose primaire n'est pas autre chose que la matière, aux dépens de laquelle le fuseau central se forme par assimilation, accroissement et différenciation, elle est certainement l'ébauche du fuseau central, qui est présent chez le lymphocyte déjà dans la cellule au repos. » Cette conclusion, soulignée par Heidenhain, n'est neuve que pour le cas particulier des lymphocytes. Considérée à un point de vue général, elle ne l'est pas, car elle est contenue tout entière dans les mémoires des auteurs précités².

Quant aux connexions entre plusieurs corpuscules d'un même microcentre, elles sont très variables, suivant le nombre et la situation respective des corpuscules (voir les figures 6, 15, 20).

Mais il est des modes d'union et des formes de pont anastomotique intercorpusculaire qui sont représentés par Heidenhain et que je n'ai jamais vus ; par exemple ceux des dessins *a*, *c*, *e*, de

1. Plusieurs auteurs en outre ont entrevu cette formation, mais l'ont incomplètement décrite ou figurée. Par exemple, Vialleton représente le long du noyau une traînée plus claire s'étendant entre les deux taches polaires (88, fig. 14). O. Hertwig (90) a dessiné aussi (fig. 28) quelque chose de comparable au petit fuseau.

2. Contre l'origine du fuseau central dans le protoplasma et aux dépens de la centrodesmose accrue en volume, il n'existe à ma connaissance que deux observations : l'une d'Hansemann (94), qui a vu et figure le petit fuseau dans l'intérieur même du noyau ; l'autre de Lanterborn (93) qui trouve l'ébauche du fuseau central entre le noyau et le centrosome, ce qui laisse à supposer, bien que l'origine de ce fuseau n'ait pas été suivie par l'auteur, qu'il peut être de provenance nucléaire.

la figure 27 de l'auteur, où les ponts unissants sont disposés aux extrémités d'une étoile à trois branches.

6° Origine des corpuscules centraux.

Bien que je n'aie pas, sur l'origine du corpuscule central, d'observations personnelles absolument probantes, je ne veux cependant pas laisser de côté cette question importante.

A. — On sait que c'est van Beneden le premier (87) qui soutint catégoriquement cette thèse, défendue d'autre part par Vialleton (88) sous une forme un peu différente et d'une manière sans doute indépendante de van Beneden¹, acceptée ensuite par Rabl (89) et depuis par la plupart des cytologistes; le corps central est un organe permanent de la cellule et n'y disparaît jamais, même en plein repos cellulaire; il dérive par division d'un corps central préexistant dans la cellule-mère, de telle sorte qu'à côté de l'adage *omnis nucleus a nucleo*, on peut dire en employant l'expression de « centrosome », synonyme de celle de corps central : *omne centrosoma a centrosomate*. Plusieurs auteurs dans ces derniers temps se sont élevés contre cette théorie, à laquelle ils ont opposé un certain nombre de faits, si bien qu'à présent, après la grande faveur dont a joui la doctrine du centrosome permanent et transmis par division, d'autres vues sont, pour ainsi dire, à la mode : le corps central ne serait que passager dans le corps cellulaire et n'aurait pas d'autre origine que le noyau cellulaire.

B. — C'est O. Hertwig qui le premier (90) a combattu catégoriquement la manière de voir de van Beneden. D'après lui, « les corps centraux sont habituellement des parties constitutives du noyau au repos lui-même; après sa division, ils entrent dans son contenu, et lors de la préparation à la division ils apparaissent de nouveau dans le protoplasma. Le ou les corps centraux ne

1. Voici le passage de Vialleton auquel il est fait allusion : « L'observation ci-dessus que j'ai répétée un grand nombre de fois me paraît donc démontrer que les taches polaires peuvent provenir de taches polaires préexistantes. Cela est contraire à l'opinion qui considère les taches polaires comme se formant de toutes pièces au moment de la division par le mélange d'une substance venue du noyau avec une autre substance fournie par le protoplasma. »

demeureraient que dans des cas tout à fait restreints dans le plasma cellulaire pendant le repos nucléaire et représenteraient jusqu'à un certain point un noyau accessoire à côté du noyau principal. » Les arguments sur lesquels Hertwig s'appuie sont nombreux : « En premier lieu, on ne peut rien trouver qui leur corresponde, dans le protoplasma de la cellule au repos, quelques cas exceptés. — Secondement, au début de la division, les corpuscules polaires apparaissent immédiatement contre la membrane nucléaire, et c'est seulement ensuite qu'ils se retirent loin du noyau dans le protoplasma. — En troisième lieu, lors de l'apparition des corpuscules polaires la membrane nucléaire est souvent affaissée, comme si du suc nucléaire s'était échappé par une petite ouverture. — En quatrième lieu, dans beaucoup d'objets, l'apparition des corpuscules polaires est contemporaine de la désagrégation des nucléoles (92). »

Plusieurs cytologistes, Hansemann (92 et 94), Henneguy (93), Brauer (93, 94), von Wasilewski (93), Julin (93), Karsten (93), Nogakushi Toyama (94), se sont ralliés à l'opinion défendue par Hertwig et ont apporté des faits qui plaident en sa faveur.

Hansemann est d'accord avec Hertwig pour admettre que le corps central est situé dans le noyau pendant le repos cellulaire chez la plupart des éléments, et qu'il ne passe dans le corps cellulaire qu'au début de la division. Il ne croit cependant pas que le centrosome ait dans toutes les cellules une situation intranucléaire, et il se sert même, dans son dernier travail (94), de cette situation variable du centrosome pour défendre l'idée de la spécificité cellulaire. Tandis qu'en effet il a vu maintes fois le centrosome hors du noyau dans les cellules conjonctives de la larve de salamandre, il représente dans les cellules épithéliales du même animal (fig. 2) le centrosome dédoublé et le petit fuseau rudimentaire en plein espace nucléaire.

Brauer, chez *Ascaris megalocephala*, a vu plus qu'Hertwig. Il a constaté que le centrosome est d'abord dans l'intérieur du noyau, qu'il s'y divise et en sort ensuite, si bien que, dit-il, « l'opposition fortement maintenue jusqu'ici entre le centrosome et le noyau n'a plus de raison d'être ». Du reste, l'auteur ne peut partager la manière de voir d'Hertwig, d'après laquelle ce serait le

nucléole qui serait l'origine du centrosome. D'après ses observations en effet et celles de v. Rath, il n'est pas exact que les nucléoles ont déjà disparu à l'époque où les centrosomes se forment (93, p. 198). — Henneguy a constaté dans l'œuf de *Syngnathus acus* que le corps vitellin (lequel renferme une partie centrale comparable au centrosome) est à son apparition accolé à la vésicule germinative, et en conclut qu'il représente certainement une tache germinative émigrée du noyau dans le protoplasma. — D'après ses observations sur *Ascaris megalcephala*, von Wasilewski admet que les corpuscules polaires viennent du noyau. — Julin, qui défend l'origine nucléolaire du corpuscule central, trouve, par l'emploi de la méthode colorante de Flemming, « un contraste entre la chromatine d'une part, les nucléoles et le corpuscule central (centrosome) d'autre part ». « La chromatine, dit-il, se colore en violet ou en rouge-pourpre, suivant que la gentiane a agi plus ou moins longtemps, tandis que les nucléoles vrais (paranucléine) et les centrosomes prennent une teinte rouge-brunâtre pâle ou rougeâtre pâle, selon que l'on a prolongé plus ou moins l'action de l'orange » (p. 297). « Néanmoins, continue-t-il (p. 292), M. Henneguy a constaté entre le corps vitellin de Balbani et la chromatine des différences de coloration qui lui permettent, à juste titre, de considérer la substance colorable du corps vitellin comme de la substance nucléolaire (pyrénine ou paranucléine). » L'auteur conclut (p. 314) : « Dans toute cellule ordinaire d'un métazoaire destinée à se diviser par voie mitotique, il se régénère aux dépens d'une partie de la chromatine du noyau jeune entrant au repos, un élément paranucléinien, qui d'abord préside, comme nucléole, au développement végétatif des diverses parties constitutives de la cellule ; puis, quand ce développement est atteint, il devient, en tout ou en partie, comme centrosome, l'élément de division du corps cellulaire. Généralement, quand la division est achevée, le centrosome rentre à l'intérieur du noyau, où il se résorbe. Le centrosome ne persiste généralement comme tel, pour provoquer une nouvelle division du corps de la cellule, que quand entre deux mitoses il n'existe pas de phase de repos intermédiaire... Le centrosome n'est donc pas, comme tel, un organe permanent de la cellule ; mais il disparaît, généralement,

dès que la division cellulaire est achevée. En outre, il est d'origine nucléaire et nullement d'origine cellulaire ou protoplasmique. »

Les figures de Karsten montrent nettement d'abord l'existence de corps nucléolaires à l'intérieur du noyau, puis la présence dans le protoplasme de corps semblables aux nucléoles et se comportant comme des centrosomes. Il voit le nucléole se rapprocher de la périphérie du noyau et en sortir (fig. 4). Il se croit donc autorisé à conclure de là à l'origine nucléolaire du centrosome.

Nogakushi Toyama décrit ce qui suit chez *Bombyx mori* : Le nucléole n'est pas homogène, mais consiste en fins granules. Ces granules, peu avant la division de la cellule, deviennent de plus en plus fins et finalement disparaissent ; au même moment, le centrosome apparaît dans la cellule. Sans vouloir conclure à une origine du centrosome dans le nucléole, l'auteur note que la disparition de l'un et l'apparition de l'autre sont simultanées.

Quelques observateurs, comme Hæcker (92), van Bambeke (93), sans prendre place dans le débat relatif à la question de l'origine du centrosome, ont constaté des faits que nous ne saurions passer sous silence et qui viennent à l'appui de la thèse d'O. Hertwig. Nous voulons parler de l'observation faite par Hæcker (92) dans l'œuf mûr d'*Æquorea Forskalea* ; cet auteur a vu se former à côté de la vésicule germinative un corps qu'il nomme « métanucléole » ; ce corps paraît provenir de la vésicule germinative, et apparaît dans le protoplasma avant la formation des globules polaires ; il ne prend aucune part à la formation de ces derniers non plus que du noyau femelle ; il n'est pas non plus le noyau spermatique, que l'on voit à côté de lui. Hæcker relate des observations analogues de Metschnikoff sur l'œuf de *Mitrocoma Annæ*, de Boveri sur celui d'*Anthomedus tiara*, de Chun sur celui de *Stephanophyes superba*, d'O. Hertwig dans les œufs de *Mytilus* et de *Sagitta*, de Weissmann et Ishikawa dans ceux des Daphnides ; dans ces diverses observations il est fait mention d'un élément comparable au métanucléole, d'apparence nucléaire ou nucléolaire, qui a reçu diverses interprétations.

Nous voulons parler aussi ici de l'élimination d'éléments nucléaires observée par van Bambeke (93) dans les œufs d'un pois-

son osseux, le *Scorpaena scrofa* ; ces éléments nucléaires, qui sont chromatiques, habitent en suite de cette élimination le protoplasma cellulaire et peuvent s'entourer là d'une petite zone plasmique plus dense et plus colorable que le vitellus ambiant (fig. 26 et 28). Nous avons aussi constaté (92 e), de même que beaucoup d'autres auteurs, tels qu'Henneguy (91), Sabatier (93), la présence dans le corps cellulaire de grumeaux chromatiques et même leur élimination hors du noyau¹.

C. — Malgré ces faits récemment apportés pour la défense de la théorie d'Hertwig, il nous semble, avec vom Rath (93) et Ishikawa (94), qu'il est bien difficile de se prononcer pour l'une ou l'autre opinion, et que la question de l'origine du centrosome et de sa permanence dans le protoplasma cellulaire appelle de nouvelles recherches.

On peut, en effet, faire actuellement à l'une et à l'autre théories des objections sérieuses. Heidenhain s'est chargé de la critique de la théorie d'O. Hertwig (p. 684). Au premier argument d'Hertwig, il objecte que, à l'époque où Hertwig soutint la non-existence dans le protoplasma cellulaire au repos de quelque chose de correspondant au corps central, c'était la présence du corps central dans le noyau qui, au contraire, n'avait pas été encore signalée. Heidenhain ne connaît depuis lors que le cas de Brauer où le centrosome ait été trouvé dans l'espace nucléaire. Heidenhain répond au deuxième argument d'Hertwig, que si le corps central apparaît au voisinage du noyau, cette situation juxta-nucléaire (il le prouve dans son travail) n'est que secondaire, et ne peut, en tout cas, être une preuve en faveur des

1. A la série des observations relatées ci-dessus, il faut ajouter que Balbiani (83) avait antérieurement déjà défendu l'idée de l'origine du noyau vitellin aux dépens d'un bourgeon de la vésicule germinative : idée qu'il maintient dans un travail récent (93).

D'autre part, on peut encore ranger, parmi ces observations, celles de Schewiakoff (87). Cet auteur, d'après ses études sur un protozoaire, *Euglypha alveolata*, est également disposé à penser que le corpuscule central provient du noyau, parce que, dans ce type, les corps centraux apparaissent aux pôles de la figure de division (qui est intranucléaire comme chez les autres protozoaires), tout contre la membrane du noyau, nichés même dans de petites dépressions de la surface de cette membrane. Toutefois, ce n'est pas des éléments chromatiques, mais de l'achromatine du noyau qu'il fait dériver le corps central.

relations matérielles du corps central et du noyau. En troisième lieu, et comme en désespoir de cause, Heidenhain dit que, même si dans la règle l'on trouvait des centrosomes dans le noyau des cellules des métazoaires, rien ne prouverait que cette situation n'eût pas été secondairement acquise au cours de la phylogenèse. Enfin, contre l'apparition du corps central contemporaine de la disparition du nucléole, Heidenhain affirme avoir vu en même temps au stade de repos le nucléole dans le noyau et le corps central dans le protoplasma.

D'autre part, la théorie de van Beneden, acceptée par Heidenhain, ne pourrait être définitivement établie que si la constatation du corps central dans le protoplasma d'une cellule quiescente n'avait jamais fait défaut. Or, je crois qu'aucun auteur, même pas Heidenhain, malgré le nombre énorme de cellules examinées par lui, n'est en mesure d'affirmer qu'il a toujours vu le corps central, dans tout corps cellulaire qu'il a eu sous les yeux. Pour mon compte, je suis loin de pouvoir le faire. Tant qu'il faudra choisir des cellules pour trouver le centrosome dans le protoplasma, un point d'interrogation devra suivre l'exposé de la théorie de van Beneden, jusqu'au jour où, à peu près sans exception et au hasard des cellules observées, le centrosome pourra y être constaté d'une façon constante dans le protoplasma cellulaire.

Actuellement, nombreux sont les cas où l'examen le plus attentif n'a pas permis de découvrir, soit dans le protoplasma ordinaire, soit dans la partie du protoplasme modifiée qui forme la sphère attractive ou l'archoplasme, la moindre trace d'un corps central. Ainsi Mèves (91) le plus souvent n'a pas réussi à trouver de corps central dans l'amas sombre qui représente la sphère attractive dans les spermatogonies de la salamandre. Hermann (91), dans les spermatocytes quiescents de la salamandre, n'a pas aperçu non plus de centrosome net dans la masse archoplasmique sombre qui est appliquée contre le noyau et ne le voit apparaître qu'au début de la division, partagé déjà alors en deux corpuscules. Vom Rath (92), dans les cellules séminales primordiales (*Ursamenzellen*) de *Gryllotalpa*, n'a jamais pu trouver de centrosome ni de sphère attractive au stade de repos de la cellule ; dès le stade de peloton il les a au contraire aperçus. Dans

la période de repos et d'accroissement des « cellules-mères séminales » (*Samenmutterzellen*) il n'a pu mettre le centrosome en évidence par aucune méthode, et l'a seulement observé quelquefois au stade de peloton.

Ici l'on doit aussi, ce me semble, placer des cas dans lesquels il ne paraît pas se former de centrosome, même au cours d'une division cellulaire. Je veux parler de la division de maturation de l'œuf. D'après nombre d'observations, en effet, cette division paraît se passer sans le concours d'un corpuscule central [Brauer (92), R. Fick (93)]. Il y a donc une longue et importante période de la vie de l'ovule, où celui-ci serait dépourvu de corps central. Les observations d'Henneguy (93) qui a vu le corps vitellin de Balbiani disparaître dans l'œuf des vertébrés, alors que celui-ci est encore peu développé, mènent à la même conclusion. L'œuf mûr parviendrait ainsi à l'époque de la fécondation, dépourvu de centrosome, si bien que le centrosome, qui paraît lors de la segmentation de l'œuf et qui se divise alors à la manière habituelle, lui serait apporté par le spermatozoïde. [Boveri (87, 88, 90), Vejdovsky (87, 88, 91), Agassiz et Whytmann (89), Oppel (92), Julin (93).]

D'ailleurs, il est fort possible que nombre de ces observations négatives tiennent soit à un examen insuffisamment attentif, soit à un défaut de technique et particulièrement à une coloration incomplète. Ce qui le fait croire, c'est qu'à côté de ces observations négatives, il en est de contradictoires en lesquelles on doit avoir tout autant de confiance. Fol (79, 91), Mark (81), C.-K. Hoffmann (81, cité par Blanc), Platner (89 *b*), Guignard (91), H. Blanc (91, 94), ont montré qu'il existe deux sphères d'attraction, l'une d'origine mâle, l'autre d'origine femelle¹. On connaît les remarquables résultats obtenus par Fol (91) pour les animaux et par Guignard (9) pour les plantes. Les dénominations de spermocentre, ovocentre, astrocentre, sont dans toutes les mémoires, et le phénomène du quadrille des centres, dernière grande découverte du célèbre zoologiste, est présent à tous les yeux. Pour ce qui est des figures de direction, qui correspondent à l'expulsion des globules polaires, Lebrun (92) a montré que, même à cette

1. L'existence de deux sphères et de deux centrosomes avait été supposée par Rabl (89), dès avant que Fol et Guignard en eussent donné la preuve.

période, l'œuf n'est pas dépourvu de centrosome ; ses résultats se rapportent à l'*Ascaris megalocephala*.

Les observations négatives relatées plus haut peuvent encore tenir à des circonstances particulières qui augmentent la difficulté de l'observation. Parmi ces circonstances, il faut mentionner l'indépendance du centrosome et de la masse sombre, sphère attractive ou archoplasma, qui l'entoure habituellement. On a coutume de chercher le corps central au centre de cette sphère, de cet archoplasma, alors qu'il faut, au contraire, parfois le chercher ailleurs, séparé, très éloigné même qu'il peut être de cet archoplasma. C'est là une observation qu'il a été donné certainement de faire à tous ceux qui, par exemple, ont examiné des spermatocytes et mieux encore des spermatides (Moore, 93, fig. 1 et 3), et que j'ai faite moi-même chez les mammifères.

L'insuccès dans la recherche du centrosome par les procédés de coloration habituels reconnaît enfin un dernier facteur. Le centrosome, ou bien l'élément qui le représente, peut en effet subir des modifications dans sa constitution physique ou dans sa nature chimique (modifications d'ailleurs nullement artificielles et parfaitement physiologiques et normales), qui le rendent méconnaissable, n'était l'irradiation qui se produit autour de lui. C'est ainsi que, dans l'acte de la conjugaison textuelle, la « pièce intermédiaire » du spermatozoïde, qui représente le centrosome mâle (et peut-être aussi la substance d'une sphère attractive) [R. Fick, 93] et qui se colore par la méthode d'Heidenhain à la façon du centrosome (R. Fick, 92 a) se gonfle beaucoup et ne présente plus la coloration caractéristique du corpuscule central. De la sorte, au lieu d'un grain vivement coloré par les réactifs, on obtient la tache claire ou faiblement teintée qui est bien connue, et qui a été si souvent figurée depuis les recherches de Fol, O. Hertwig, Selenka, par exemple par Böhm chez *Petromyzon* (88, fig. 19 et 21), par Oppel chez les reptiles (92), par Henking (92) dans divers insectes, par Brauer chez *Branchipus* (92) et *Artemia salina* (94), par R. Fick chez *Axolotl* (93), etc. C'est cette tache, produit de la transformation du centrosome mâle ou pièce d'union du spermatozoïde que Henking a nommée « arrhénoïdes ».

La théorie de van Beneden sur la persistance dans le protoplasma cellulaire de la sphère attractive et du crépuscule central a contre elle non seulement les observations négatives permettant de conclure à l'absence de ces formations, mais encore des faits positifs autorisant à admettre que l'une et l'autre peuvent subir la dégénérescence et ensuite disparaître. On pourra se reporter à cet égard au paragraphe consacré aux corpuscules centraux considérés sous le rapport du volume (p. 10) pour voir que certains gros corpuscules gonflés sont peut-être bien des corpuscules en voie de dégénérescence. Flemming m'a fait savoir qu'il acceptait cette interprétation, et que pour cette raison et pour d'autres il n'était pas partisan rigoureux et exclusif de la théorie de la persistance de la sphère. Dans le compte rendu qu'il a ensuite publié en 1893, il dit que les sphères subissent parfois des modifications profondes et que les corps centraux peuvent devenir complètement méconnaissables. Par là on ne doit pas absolument entendre que ces corpuscules ont complètement disparu pendant ces périodes ».

En somme, pour les raisons qu'on vient de voir, il est peut-être permis de dire avec Kölliker que la théorie de la permanence du corpuscule central, soutenue par van Beneden et Guignard, devance de beaucoup les faits.

Dans la détermination de l'origine du centrosome, nous avons à notre disposition deux criteriums principaux.

L'un consiste dans les relations topographiques que le corps central présente avec les autres portions de la cellule. Ce criterium a déjà été examiné plus haut. Nous avons vu que certains auteurs ont toujours trouvé le corps central dans le protoplasme et en ont conclu à son origine protoplasmique. D'autres l'ont rencontré au voisinage du noyau ou même aperçu dans l'intérieur de ce noyau et ont supposé ou affirmé par là son origine nucléaire. Il y a donc désaccord sur ce terrain déjà et impossibilité de conclure.

L'autre criterium, qui consiste dans la nature exacte de la substance du centrosome, doit entrer sérieusement en ligne de compte dans la question. Pour apprécier la nature de cette substance, nous avons en premier lieu la réaction colorante. S'il était

prouvé que le centrosome se comporte exactement, vis-à-vis des matières colorantes, comme les éléments chromatiques du noyau, ou comme la pyrénine du nucléole, d'assez fortes présomptions pourraient être élevées déjà en faveur de l'origine nucléaire du corps central. Nous avons vu plus haut (p. 17) que telle n'est pas l'opinion de M. Heidenhain, pour qui la substance du centrosome est absolument spéciale ; parce que, dit-il, si dans sa méthode le centrosome se colore en noir comme d'autres éléments de la cellule et comme les chromosomes en particulier, il résiste plus qu'eux tous, et d'une façon caractéristique, à la décoloration. Dans la méthode de triple coloration de Flemming cependant, malgré l'emploi de trois matières tinctoriales différentes, le corps central prend une coloration rouge, identique à celle des chromosomes, comme l'auteur de la méthode l'a indiqué et comme nous l'avons vu depuis, ainsi que bien d'autres sans doute. Jamais, à la suite de cette méthode, nous n'avons trouvé le centrosome coloré par le violet de gentiane, comme Galeotti (93) le prétend. Jamais surtout nous n'avons observé, par l'emploi du procédé de Flemming, le contraste si net que Julin (93) veut voir entre la chromatine d'une part, les nucléoles et le corpuscule central d'autre part. Nous n'avons pas réussi à voir ces variations de coloration, dont parle Julin, dues à l'action plus ou moins prolongée de tel ou tel réactif : « Dans les préparations obtenues par la méthode de triple coloration indiquée par Flemming, les corpuscules centraux prennent une teinte rouge brunâtre ou rougeâtre pâle, tandis que les chromosomes se teignent en violet ou en rouge-pourpre, ces variations étant dues à l'action plus ou moins prolongée de l'orange et du violet de gentiane (p. 309). » Quant à dire avec Julin que le corps central se colore comme le nucléole, ou avec Henneguy (93) qu'il y a des analogies de coloration entre le nucléole et le corps vitellin, quant à conclure surtout de là que la substance colorable du corps vitellin ou bien le corps central des cellules ordinaires est formé de la matière des nucléoles vrais, c'est-à-dire de pyrénine ou paranucléine, c'est ce que nos observations ne nous permettent pas de faire. Le corps central se colore à l'instar des chromosomes d'une cellule cinétique ou du faux nucléole (nucléole nu-

cléinien de Carnoy) d'une cellule quiescente, c'est-à-dire qu'il apparaît rouge dans le procédé de Flemming. Il ne prend pas la coloration violette qu'offre la charpente nucléaire des cellules au repos et qui là est vraisemblablement due à la présence de cette substance chromatique de second ordre que Heidenhain nomme « lanthanine ¹ ».

D'ailleurs, en admettant même une réaction colorante semblable dans le corps central et dans les éléments du noyau, cela n'établirait pas encore définitivement l'origine nucléaire du corps central, ni même la parenté chimique de sa matière constituante avec celle des corps figurés du noyau.

Bien des substances, en effet, qui sont chimiquement éloignées, semble-t-il, de la nucléine ou de la pyrénine, sont sensibles aux mêmes réactifs colorants que ces dernières. Il n'y a rien d'impossible donc à ce que le centrosome, coloré comme les chromosomes, ainsi que je le constate, ou comme les vrais nucléoles comme d'autres auteurs l'ont vu, soit néanmoins formé d'une matière chimiquement différente de celle de ces formations.

En outre, il se peut que, la qualité chimique des corps à comparer étant différente, ces corps soient identiques au point de vue physique, sous le rapport de la densité, de l'arrangement de leurs molécules; d'où possibilité d'une coloration semblable. Telle a été, comme on le verra par les citations faites ci-dessous, la manière de voir de Bürger, d'Henking, de C. Schneider.

L'impuissance où l'on s'est trouvé de prouver, soit l'origine nucléaire, soit l'origine protoplasmique du centrosome, a suscité deux opinions nouvelles.

Dans l'une, le centrosome n'est plus un dérivé nucléaire, ce n'est pas non plus un produit du protoplasma, c'est une partie

1. Ainsi, comme je l'affirmais déjà dans une note préliminaire (92 c), il existe, dans les noyaux des éléments séminaux de scolopendre et de lithobie, deux sortes de chromatine : l'une safranophile, l'autre gentianophile. Cette distinction est absolument nette, et doit avoir une certaine valeur, bien qu'Heidenhain, qui me parait trop exclusif, se refuse à admettre d'autres différenciations que celles que le liquide de Biondi lui fait voir. Quant à savoir si la chromatine safranophile et la chromatine gentianophile coïncident respectivement avec la chromatine et la lanthanine d'Heidenhain, c'est ce dont je ne m'occuperai pas.

constituante propre de la cellule, au même titre que le noyau et le protoplasme. C'est vers cette opinion que penche Waldeyer (93). C'est aussi celle qu'adopte en définitive Heidenhain (94) se fondant sur les réactions colorantes.

Dans l'autre manière de voir, le corps central n'est ni une formation *sui generis*, ni une formation nécessaire et constante dans tout élément cellulaire. Il est moins qu'une variété chimique du noyau ou du protoplasma; il n'est qu'une forme physique du plasma cellulaire. Les auteurs [Bürger (92), Bütschli (92), Henking (91 et 93), C. Schneider (91)], qui ont défendu cette dernière opinion, sont arrivés par des voies différentes à une conclusion générale qui est à peu près la même pour eux tous : le corpuscule central est une production dont la nature n'est pas chimiquement fixe non plus que caractéristique, et dont la genèse est subordonnée au mécanisme qui régit les forces intracellulaires.

Bürger est d'avis que « la sphère attractive avec son corpuscule central est non un organe de la cellule, mais un phénomène (aspect ? *Erscheinung*) », qui peut être ramené à des causes mécaniques. Voici du reste, en deux mots, comment il comprend le mécanisme de la formation du centrosome. Si, dit-il, dans une cellule sphérique les microsomes du corps cellulaire tendent à se rapprocher les uns des autres autant que possible, ils se presseront vers le centre de la cellule de tous les points de la périphérie. S'ils n'étaient pas des corps solides, ils se confondraient au centre cellulaire en une masse sphérique. Mais comme ce sont des corps solides, ils ne peuvent que s'accoler les uns aux autres, en se disposant en cercle. Mais les microsomes ne constituent pas seuls le contenu de la cellule, et se meuvent dans un protoplasma semi-liquide. Ce protoplasma remplira l'espace central limité par la sphère creuse que forment les microsomes, constituant le noyau de cet espace. Ce noyau est le centrosome; la sphère de microsomes qui le contient est la sphère attractive. Le centrosome n'est donc pas la cause, mais la conséquence de l'attraction qui amène les microsomes à former une couche concentrique dans le protoplasma. Cette très forte attraction que les microsomes subissent comprime le plasma de l'espace central intra-annulaire, le rend plus dense que le reste du protoplasma et peut-être aussi le

modifie chimiquement, pour en faire le centrosome (*loc. cit.*, p. 224)¹.

Bütschli a montré que dans des écumes oléogélatineuses, de même que dans des écumes d'albumine coagulée, on observe souvent autour de bulles d'air une sphère attractive claire de même qu'une irradiation caractéristique. D'après cela, sphère et rayons se produiraient parce que les bulles d'air, qui occupent la place des centrosomes, se contractent dans les écumes lors du refroidissement et exercent ainsi de toutes parts une traction dirigée vers le centre des bulles, qui transforme la structure écumeuse et l'ordonne radiairement. Si deux bulles d'air se trouvent à une distance convenable l'une de l'autre, les rayons qui s'étendent entre elles offrent un trajet correspondant aux fuseaux nucléaires. Bütschli pense que les centrosomes des vraies figures de division exercent une action attractive semblable sur le protoplasme ambiant. Dans le cours du processus de division, les centrosomes s'accroissent en effet toujours en volume, ce qui est la preuve de l'existence de phénomènes de diffusion, dont le centrosome est l'aboutissant. Bütschli, toutefois, croit que la quantité de liquide absorbée par le centrosome est transformée chimiquement, si bien que l'accroissement de ce dernier est moindre que l'apport du liquide qu'il reçoit. Ainsi pourrait s'expliquer la présence d'une force attractive dans le centrosome. Ainsi aussi doit-on comprendre comment un système radié est produit par une force de traction exercée à partir d'un centre. Ainsi enfin le centrosome est, pour ainsi dire, le point de concentration des forces de diffusion existant dans la cellule, parce qu'il est précisément le point où se concentrent les liquides qui diffusent dans la cellule.

1. Fick (92 b) a attaqué vivement l'hypothèse de Bürger à laquelle il a fait plusieurs objections. Par exemple, à l'intérieur de la sphère d'attraction, dans l'espace que Bürger admet n'être formé que par du plasma qui deviendra le centrosome, il devrait y avoir dès l'origine, comme dans toute autre portion du corps cellulaire des microsomes inclus, qui en s'agglomérant formeraient le centrosome. De plus, la compression ne transformerait pas le plasma en un corps plus colorable, qui serait le centrosome. Fick admet au contraire, volontiers, qu'une modification chimique du plasma en un certain point peut donner lieu à une affinité spéciale de ce point pour les réactifs colorants et produire le centrosome.

Avec Henking, l'interprétation change et le point de vue devient autre, bien que la thèse essentielle demeure la même. Au lieu d'invoquer pour la production du centrosome et de la sphère irradiée une force de traction vers un centre, l'auteur fait intervenir une force de pression s'exerçant à partir de ce même centre. Il restaure ainsi l'ancienne hypothèse de la sphère autant répulsive qu'attractive. Les forces de pression, que Henking met en jeu dans une expérience très simple (voir son travail), produisent les mêmes effets et donnent lieu aux mêmes images caryocinétiques. Toutefois ses figures de division artificielles, il le reconnaît volontiers, ont moins de valeur que celles de Bütschli, qui sont construites avec une matière très semblable au protoplasma. Dans ces expériences de Henking, qui consistent essentiellement en une pression déterminée par la chute d'un liquide en un point d'une matière quelconque étalée en couche mince, le centrosome de la figure, qui correspond exactement au point de chute, est très sombre, ce qui fait penser qu'une grande quantité de substance s'est accumulée en lui. Avec Henking donc, le centrosome est encore, de même que dans les explications de Bürger et de Bütschli, un corps formé par concentration ou condensation de la matière plasmique ; il n'est nullement, contrairement à l'opinion généralement reçue, un corps matériel *sui generis*.

La manière de voir de C. Schneider relativement au centrosome, diffère passablement des précédentes ; elle est beaucoup plus simple. Confondant sphère attractive et centrosome, l'auteur considère ces formations comme « des parties de la cellule de forme quelconque au début, sphérique plus tard, dans lesquelles les fibres sont fixées par une masse d'union homogène ». Ces parties sont entourées chacune d'une membrane dans laquelle se terminent les fibres constitutives de la trame cellulaire. Voilà donc, dans l'opinion de C. Schneider, le centrosome encore déchu du rang spécial qui lui a été généralement assigné, puisqu'il n'est plus qu'une partie du plasma, limitée du reste, et servant de point nodal aux fibres de la charpente cellulaire.

Dans l'esprit donc des divers auteurs précités, le corps central n'est plus une formation nucléaire de par son mode de formation et de par sa parenté chimique avec les chromosomes ou le nu-

cléole ; il n'est pas davantage une production protoplasmique ; ce n'est pas non plus un corps *sui generis*, distinct et du noyau et du protoplasma, et doué d'une individualité parfaitement indépendante, liée à un caractère permanent et constant. C'est une formation contingente, le résultat d'une modification physique éphémère et inconstante de la substance de la cellule ; c'est, par exemple, une sorte de « comprimé » cellulaire (Bürger, Henking).

D. — Voici maintenant l'hypothèse que je me permets d'émettre sur l'origine et la signification du corpuscule central. Les raisons suivantes légitimeront peut-être le droit que je prends d'émettre une hypothèse sur cette question.

Rien ne prouve dans mes préparations l'origine nucléaire du microcentre.

Les quelques images en effet (par exemple issue de grains chromatiques hors du noyau), que je pourrais faire valoir à l'appui, sont peut-être dues à des artifices de préparation. Quant à l'analogie de coloration du corps central avec les chromosomes nucléaires, elle peut indiquer (sous toutes réserves) une ressemblance chimique, mais ne saurait prouver l'origine directe du centrosome aux dépens de ces chromosomes.

D'autre part, la nature protoplasmique du microcentre et sa persistance dans le protoplasma cellulaire ne me paraissent pas certaines. Car, d'abord, le corps central est différent du plasma cellulaire ; on ne voit pas et l'on n'a jamais dit à la suite de quelles modifications chimiques ce dernier pourrait lui donner naissance. En outre, dans bon nombre de cellules quiescentes on ne peut, malgré un examen attentif, trouver le microcentre. Enfin, il existe des formes évidentes de dégénérescence du microcentre. Ces deux dernières considérations vont à l'encontre de l'idée de sa permanence dans le protoplasma de la cellule.

Quant à regarder le corps central comme une simple forme physique du plasma cellulaire, c'est là soit une vue tout hypothétique, soit une opinion qui peut être justifiée par les artifices de préparation de Bütschli et d'Henking, mais qui a le tort de ne pas tenir compte des observations histologiques, telles que la coloration du centrosome, sa division et les aspects qui accompagnent cette division.

On peut enfin ne voir dans l'opinion qui en fait purement et simplement un corps *sui generis* qu'une sorte de « pis-aller », une dernière ressource d'interprétation, commode mais insuffisante.

L'hypothèse qui va suivre m'a été suggérée par les observations et les considérations théoriques de R. Fick (92 et 93) et de Hermann (93). Elle s'inspire aussi des vues spéculatives développées par Henneguy (93), par Julin (93) et par M. Heidenhain (94). Le lecteur fera, du reste, aisément la part de ce qui dans mon hypothèse m'appartient en propre.

Dans cette hypothèse, le corpuscule central ne dérive pas nécessairement d'un élément semblable préexistant dans le protoplasma. Il n'est pas non plus une partie nucléaire éliminée. Il se forme de toutes pièces dans le protoplasma d'une cellule, lorsque cette cellule est arrivée par la voie nutritive à son apogée, et qu'en conséquence elle a atteint le coefficient de la masse chromatique qui lui revient. C'est un fait d'observation devenu banal que tout organisme cellulaire bien nourri se divise ; la division est la conséquence immédiate d'une nutrition abondante et se produit comme pour prévenir une nutrition trop abondante et une hypertrophie consécutive de la cellule. Comme maintenant la division cellulaire est déterminée par celle du corpuscule central qui la précède, la nutrition de la cellule devra avoir pour suite immédiate la division du corpuscule central, et avant tout sa formation, s'il n'est pas préformé dans la cellule. Le corpuscule central serait ainsi un excédent chromatique, qui, faute de trouver place dans le noyau, tabernacle de la matière idioplasmique, et ne pouvant se surajouter à cette matière qui est déjà au complet, demeurerait dans le protoplasma ; ne pouvant prendre part à la constitution de l'idioplasme, il servirait à sa transmission¹. Sitôt donc l'équilibre nutritif de la cellule atteint et la masse

1. Si le corpuscule central a été trouvé près du noyau, cela ne prouverait pas qu'il vient d'en sortir, comme Hertwig le veut ; mais, loin d'en provenir, il n'aurait pas pu y pénétrer. On voit que la manière de voir soutenue ici est précisément l'inverse de celle de DE VRIES, d'après laquelle, pendant le cours de l'évolution de la cellule, des éléments idioblastiques passent du noyau dans le protoplasma sous forme de ce qu'il appelle les « pangènes », pour y devenir actifs et se transmettre aux cellules-filles qui reçoivent aussi en héritage ces éléments de leur cellule-mère.

nucléaire chromatique portée au quantum caractéristique, il y aurait, comme premier symptôme de l'hypertrophie commençante de la cellule, hyperplasie chromatique, idioplasie excessive, d'où apparition dans le corps cellulaire d'une parcelle chromatique d'idioplasme, qui est le microcentre.

L'apparition de cette parcelle dans le protoplasma cellulaire met la cellule en état de mouvement, de cinèse, cette parcelle agissant comme irritant sur la cellule, soit en tant que simple corps étranger et à la façon d'un microorganisme intracellulaire, soit en tant qu'excitant physiologique, spécifique, de la cellule et fonctionnant comme microcentre.

La division du microcentre se produit ensuite. Cette division s'effectue d'elle-même ou n'est que l'effet d'une cause existant d'autre part. Elle est sa cause à elle-même, si l'on admet, par exemple, qu'elle consiste en une séparation physique des éléments de nom contraire du microcentre (éléments mâle et femelle, je suppose) en deux microcentres-fils. Elle ne sera qu'effet, si l'on ne veut voir dans cette division qu'une disjonction mécanique due à une cause prochaine, telle que la contraction des filaments du mitome cellulaire, produite elle-même sous une influence éloignée, encore inconnue. La division du microcentre (centrokinèse et centrodierèse) précède celle du noyau (karyokinèse et karyodierèse), qui en est la conséquence; la parcelle surnuméraire donne l'impulsion à la cellule qui agit sur la masse totale de l'idioplasme.

Cette hypothèse, on le voit, est autre chose qu'un simple compromis entre la théorie du centrosome autonome dans le protoplasma et celle du centrosome d'origine nucléaire. Elle a, à côté de ces deux théories, une place à part : elle fait du corps central une formation d'origine protoplasmatique, mais de nature nucléaire.

Comme la théorie protoplasmatique, elle explique la présence du corps central dans des cellules au repos, mais cependant déjà aptes à se diviser. En raison de la nature qu'elle attribue au centrosome, elle peut, mieux que la théorie protoplasmatique de van Beneden, donner l'explication du *primum movens* de la division cellulaire, puisque avec cette hypothèse la suprématie maté-

rielle est donnée au centrosome. Elle rend compte, contrairement à la théorie protoplasmatique, de la non-ubiquité du corpuscule central, puisqu'elle s'accorde avec les faits de non-permanence et de dégénérescence de cet élément.

Comme la théorie nucléaire, elle explique la coloration analogue que prennent les chromosomes et le centrosome. Elle permet aussi de comprendre pourquoi la division du microcentre présente des aspects semblables à celle du noyau. C'est qu'en effet il est digne de remarque que les images sous lesquelles s'accomplissent l'une et l'autre divisions sont à peu près les mêmes. Ici, nous retrouvons, comme dans la division du noyau : l'apparition d'une aire claire autour du microcentre ; l'effacement de cette aire et la disparition des limites du microcentre avec le reste du corps cellulaire ; la division du microcentre ; la formation entre les deux microcentres-fils d'un petit fuseau ou mieux d'un tonnelet clair et fibrillé (futur fuseau central) ; l'écartement de plus en plus grand des microcentres-fils et la constitution d'une figure nettement dicentrique. Le procédé par lequel se forme le petit fuseau mérite surtout de fixer l'attention. Ce petit fuseau naît des centrosomes, comme Heidenhain l'admet avec raison en disant : « Lors de la séparation de deux centrosomes, la masse de substance en question s'épanche en petite quantité de la masse des centrosomes (94, p. 671). »

De même, il se produit entre les chromosomes-fils, lors de leur écartement vers les pôles, une substance fibrillée, disposée en un tonnelet d'abord, puis prenant la forme d'un double cône, lorsque commence l'étranglement duquel les deux cellules-filles résultent. Cette substance, que van Beneden a découverte, et à qui il a donné le nom de « filaments réunissants », est appelée généralement « filaments connectifs » ; elle n'est autre que le *gubernaculum* de Maupas, le « tube connectif » (*Verbindungsschlauch*) de Strasburger, les « filaments interzonaux » de Mark, les « filaments interzonaux archoplasmiques » de Watase. Il a été établi par van Beneden, et généralement accepté depuis par les auteurs, que ces filaments sont d'origine nucléaire et dérivent des chromosomes étirés dans deux sens différents ;

ils sont la trace de ces chromosomes¹. Le tube connectif est ainsi autre chose que le fuseau central, avec lequel on ne doit pas le confondre. Le tube connectif ou ensemble des filaments connectifs est un dérivé de la masse chromatique du noyau, avec lequel il conserve ses relations, tant que la reconstitution du noyau n'est pas complète et que la membrane nucléaire néo-formée ne l'a pas séparé du jeune noyau ; il est un connectif des chromosomes, une « chromodesmose ». Le fuseau central n'a aucun rapport de continuité avec les chromosomes qui ne font que glisser sur ses filaments, lors de leur migration polaire ; mais il est un ligament des corpuscules centraux, une centrodsmose.

En somme, un petit noyau (micronucléus) paraît dans le protoplasme et s'y divise à côté du grand noyau (macronucléus) ; la division du premier est comme la maquette de celle du second. Le microcentre se comporte comme un « caryoïde » (κάρυον, noyau ; εἶδος, image).

Faut-il donner à ces expressions de micronucléus et de macronucléus une autre valeur que celle qu'elles ont au sens littéral ? Faut-il leur donner une signification phylogénétique, et comparer le microcentre et le noyau des métazoaires aux micronucléus et macronucléus des infusoires ciliés ?

Les essais qui ont été faits dans ce sens ne sont, il faut l'avouer, guère encourageants, parce que les auteurs qui ont tenté de semblables homologues sont arrivés à des résultats tout à fait discordants. On a en effet homologué avec un égal succès le micronucléus au microcentre et le macronucléus à ce même microcentre.

« Si, dit Henneguy (93, p. 33), avec la plupart des embryogénistes, on considère l'œuf comme représentant le stade protozoaire des métazoaires, et les phénomènes de la fécondation comme correspondant aux phénomènes de conjugaison des infusoires, on

1. Nous confirmons absolument cette manière de voir. Car nous avons vu à l'exemple de plusieurs observateurs, et particulièrement d'Henking, lors de l'anaphase, des tractus colorés comme les chromosomes relier les deux groupes d'éléments-fils déjà écartés l'un de l'autre. Nous admettons aussi que, dans la suite, cette substance chromatique perd ses qualités et devient achromatique.

doit se demander ce qui, dans l'œuf, est l'homologue du macronucléus et du micronucléus des ciliés. — De même que chez les infusoires ciliés le micronucléus intervient seul dans la conjugaison, le macronucléus disparaissant par résorption, de même dans la fécondation, le réseau chromatique de la vésicule germinative entre seul en jeu, les taches germinatives étant résorbées. De même que, dans les infusoires conjugués, il y a fusion d'un micronucléus de l'un des individus avec un micronucléus provenant de l'autre individu, pour donner naissance à un nouveau noyau, qui se dédouble en macronucléus et micronucléus ; de même, dans l'œuf, le noyau femelle s'unit au noyau mâle, pour former un nouveau noyau qui jouera simultanément, dans les cellules provenant de la division de l'œuf, le rôle de macronucléus et de micronucléus. Dans les cellules ordinaires, le macronucléus, représenté par le nucléole, et le micronucléus, représenté par le réseau chromatique, sont confondus dans un même élément ; il en est de même dans l'œuf. Cependant le corps reproducteur femelle se rapprochant plus du type ancestral infusoire que les autres éléments cellulaires de l'organisme, on conçoit qu'il puisse manifester une tendance à la disjonction des deux éléments nucléaires de l'infusoire. Cette tendance se traduit, au moment où la cellule génitale prend le caractère ovulaire et s'accroît sans se multiplier, par la sortie d'une portion de la substance nucléolaire, sous forme d'un corps vitellin de Balbiani. » A l'appui de son hypothèse, Henneguy invoque la ressemblance que le corps vitellin de Balbiani peut offrir dans certains cas avec le macronucléus des infusoires. « La vésicule germinative, depuis le commencement de la période de croissance de l'œuf jusqu'au moment de la fécondation, peut donc être le siège de phénomènes d'expulsion d'une partie de son contenu, sous forme d'éléments figurés, qui persistent plus ou moins longtemps dans le vitellus. Cette élimination de substance, qui porte principalement sur les nucléoles, tend à réduire le noyau de l'œuf à sa partie réticulée et chromatique et à le rapprocher du micronucléus ou noyau sexuel des infusoires. La formation du corps vitellin représente une des phases de cette élimination. » Henneguy conclut du corps vitellin de Balbiani que « c'est un organe ancestral qui, avec les éléments nucléolaires de

la vésicule germinative, correspond au macronucléus des infusoires, le micronucléus étant représenté par le réseau chromatique, prenant seul part aux phénomènes de fécondation ».

Julin a adopté la même manière de voir : « Le nucléole, centre végétatif, et le centrosome, centre de division, d'une cellule ordinaire d'un métazoaire destinée à se multiplier par voie mitotique, représentent, à eux deux, le macronucléus d'un cilié de l'une quelconque des générations intermédiaires entre les termes extrêmes d'un même cycle (p. 316). »

Le point de vue de Martin Heidenhain est absolument opposé à celui des deux auteurs qui précèdent : il homologue en effet le microcentre non au macronucléus, mais au micronucléus des infusoires. Voici, du reste, les conclusions principales de l'auteur : « Le fuseau qui naît des micronucléus des infusoires... est identique au fuseau central d'Hermann » (p. 687). « La substance achromatique contenue dans le microcentre des lymphocytes, qui réalise une centrodesmose primaire et de laquelle dérive le fuseau central, est l'équivalent de ces parties constituantes achromatiques du micronucléus des infusoires, qui, chez ceux-ci, donnent naissance au fuseau » (p. 689). « Le macronucléus ou noyau principal des infusoires correspond au noyau des cellules des métazoaires » (p. 690). « La substance chromatique du micronucléus ou noyau accessoire des infusoires a disparu dans les cellules des métazoaires » (p. 690-691). « Les chromosomes fournis lors de la division des micronucléus par ces derniers sont produits dans les cellules des métazoaires désormais par le macronucléus, c'est-à-dire le noyau cellulaire des auteurs, grâce à un processus de substitution » (p. 691). « Les corpuscules centraux des cellules des métazoaires sont des néoformations, qui se sont constituées aux dépens du micronucléus d'êtres unicellulaires.... » (p. 693). « Les susdites anses archoplasmiques observées déjà auparavant par Platner et récemment par Hermann ne sont autres que les rudiments des chromosomes du micronucléus, qui ont perdu la chromatine (p. 694). »

A voir deux théories diamétralement opposées l'une à l'autre, soutenir le pour et le contre avec des arguments en apparence aussi bons dans un cas que dans l'autre, on se prend à douter de

la valeur de l'une et l'autre théories et on ne peut que penser que la question de la comparaison des protozoaires et des métazoaires, au point de vue qui nous occupe, n'est pas mûre. Aussi, quand nous avons employé les expressions de micronucléus et de macronucléus (qui nous ont été inspirées, il est vrai, par les théories précitées), est-ce sans allusion aucune à leur signification phylogénétique et au sens purement étymologique de ces expressions.

Après cette digression, nécessitée par l'exposé des théories récentes sur la signification du corpuscule central, revenons à notre hypothèse.

La règle que nous avons supposée exister tout à l'heure serait donc que la cellule se fait un microcentre nouveau avec l'appoint nutritif qu'elle reçoit pendant la période de repos. Cette règle paraît souffrir deux exceptions au moins, dans lesquelles le corpuscule central dérive d'un corpuscule préexistant, conformément à la loi de van Beneden.

Il est avéré en effet que dans certaines cellules (surtout des cellules embryonnaires), plusieurs divisions du microcentre peuvent se succéder sans interruption, entraînant chaque fois la division du noyau. Il n'est pas impossible dans ce cas que la masse de substance existant dans le microcentre de la cellule-mère soit supérieure à la quantité nécessaire pour une division cellulaire, et que l'énergie du corpuscule central (énergie mesurée à l'importance de sa masse) ne soit pas épuisée au bout d'une division. Il se peut même que le microcentre contienne préformés et déjà distincts les corpuscules centraux de deux ou plusieurs générations cellulaires successives (microcentres volumineux et microcentres pluricorpusculaires).

Une seconde exception est celle des cellules sexuelles, spécialement des cellules mâles, où la division du microcentre se répète deux fois sans discontinuité, suivie de la division aussi non interrompue du noyau. Y a-t-il, dans ce cas, pour le microcentre, comme on l'admet pour le noyau, réduction de substance de cet élément par une bipartition répétée sans stade de repos interposé ? En discutant la théorie de Bergh (92), d'après laquelle le support des propriétés héréditaires pourrait être non seulement le noyau, mais encore le centrosome, Henking (92) a été amené à

admettre cette réduction du centrosome comme un postulat indispensable dans une doctrine de l'hérédité en harmonie avec les vues de Weissmann. Il dit en effet (92, p. 247) : « Si l'on veut accorder aux centrosomes la même importance dans l'hérédité qu'au noyau et à la substance chromatique, on doit aussi exiger pour ces centrosomes la preuve d'une réduction précédant la copulation. » La question nous paraît valoir d'être examinée.

Voyons maintenant comment notre hypothèse se comporte vis-à-vis du cas spécial de la fécondation. Les divisions qui se succèdent avant la fécondation, tant dans l'œuf que dans le spermatoocyte, ont dans la réduction numérique un caractère commun. Mais elles présentent d'autre part un caractère différentiel dans l'un et l'autre élément sexuel. Pour l'œuf, en effet, personne jusqu'ici, sauf Platner (89 *b*) et Lebrun (92) qui les ont vus, et Brauer (94) qui les admet, n'a trouvé, dans ces derniers temps, de corpuscules centraux dans les figures de direction qui servent à l'expulsion des globules polaires¹. Tout le monde est au contraire d'accord pour reconnaître que les divisions, morphologiquement et physiologiquement correspondantes à celles de l'œuf qu'éprouve le spermatoocyte s'accomplissent avec le concours de corpuscules centraux. L'œuf mûr donc, au moment de la fécondation, sera dépourvu de microcentre, ainsi que l'ont constaté Boveri (88), Vejdvosky (88), Böhm (91), Oppel (92), R. Fick (93). Les résultats de Balbiani (93) et d'Henneguy (93) qui ont vu le corps vitellin dégénérer dans l'œuf mûr, conduisent encore à la même conséquence, si le corps vitellin est l'homologue du centrosome et de la sphère. Enfin, lorsque dans l'œuf, après copulation avec le spermatozoïde, on n'a trouvé qu'un seul aster et par conséquent un seul centrosome, celui-ci peut être attribué aussi bien au spermatozoïde qu'à l'œuf qui en serait alors dépourvu. On pourrait ranger dans cette catégorie nombre d'observations déjà un peu anciennes où l'on n'a vu qu'un seul aster, et d'autres plus récentes telles que celle de Vialleton (88), qui a vu

1. Il est possible que dans la bibliographie très abondante relative à la maturation de l'œuf il existe d'autres travaux où les corpuscules centraux sont signalés. Je ne connais que ceux que j'ai cités, pour mentionner catégoriquement ou admettre ces corpuscules dans les figures de direction.

deux pronucléi, dont un seul est entouré d'un aster (fig. 9), et n'a pu décider lequel de ces deux pronucléi est mâle, celle aussi de Rückert (92) qui ne décrit d'irradiation qu'autour du pronucléus mâle.

Les observations précises de Fol (91) et de Guignard (91), ainsi que celles de Platner (89 b) et de H. Blanc (91, 93) vont à l'encontre du fait que nous venons d'énoncer. On connaît trop bien les résultats de Fol et de Guignard pour qu'il soit nécessaire de les transcrire ici tout au long. En deux mots seulement, ces auteurs ont vu, l'un chez l'oursin, l'autre dans le lis, que l'œuf et le spermatozoïde possèdent chacun un centre attractif, et que les deux centres (spermocentre et ovocentre de Fol), après s'être divisés chacun en deux, se conjuguent (demi-spermocentre avec demi-ovocentre) pour donner lieu aux astrocentres de la figure de division de la première cellule embryonnaire.

L'observation de Fol est peut-être passible de certains reproches qui lui ont été adressés déjà par Vejdovsky (91). Les faits de Guignard au contraire paraissent inattaquables. Guignard en effet représente (fig. 75 et 76) simultanément les deux sphères du noyau mâle du tube pollinique et les deux sphères un peu plus grosses de l'oosphère ; il montre leur fusion en une seule (fig. 80 et 81).

Platner, chez *Aulastomum gulo*, constate que l'œuf est pourvu d'un centrosome, qui se divise pendant la formation du premier globule polaire, de telle sorte, dit-il, que « le spermatozoïde et l'œuf sont, en ce qui concerne le noyau et les centres de division, équivalents dans la formation du premier fuseau de segmentation » (p. 211).

Blanc a vu, trois heures après la fertilisation, chez la truite, paraître dans le voisinage immédiat du pronucléus femelle une tache circulaire avec irradiations, qui est la sphère ; elle ne naît donc pas, dit-il, dans le protoplasma du germe ; elle n'est pas le résultat de la division de la sphère attractive qui escorte le pronucléus femelle ; elle se forme aux dépens du noyau de l'œuf. En outre de celle-ci, il trouve la sphère attractive mâle centrée sur un point, placé en avant du pronucléus mâle.

Ajoutons qu'O. Hertwig (92, p. 209) considère aussi comme

un fait nécessaire la présence dans l'œuf d'un corpuscule central lui appartenant en propre.

Les observations qui viennent d'être relatées sont, cela va de soi, un obstacle insurmontable pour l'adaptation de notre hypothèse au cas spécial de la fécondation. Nous avons admis en effet que le centrosome de la cellule-mère mâle seul persiste, en se divisant et éprouvant peut-être au cours de cette division une réduction comparable à celle du noyau mâle, que, d'autre part, le centrosome de l'œuf disparaît tout à fait. En définitive, l'œuf mûr sera dépourvu de microcentre, et le microcentre qui préparera et déterminera la conjugaison des noyaux sexuels et qui présidera ensuite à l'établissement de la première figure de segmentation, sera fourni par le spermatozoïde. Le spermatozoïde en effet possède un centrosome qui paraît être la « pièce d'union » située entre la tête et la queue, ainsi que O. Hertwig le pense (92), comme aussi Henking (92) le soupçonne, mais sans pouvoir le prouver, tandis que le fait semble avoir été définitivement constaté par R. Fick (92 a), dont Hermann (93) admet les résultats¹.

C'est Boveri et Vajdovsky qui, les premiers, ont défendu, Boveri surtout, cette idée que le spermatozoïde apporte seul, comme part à la fécondation, le centrosome préposé à la conjugaison sexuelle et à la première division de l'œuf. « L'œuf mûr, dit-il dès 1887 (87 b), possède tous les organes et toutes les qualités nécessaires à la division, à l'exception du centrosome qui pourrait inaugurer la division. Le spermatozoïde au contraire est pourvu d'un tel centrosome, mais il lui manque la substance, spécialement l'archoplasma, dans laquelle cet organe de division serait en état de développer son activité. Par la fusion des deux cellules dans l'acte de la fécondation, tous les organes cellulaires nécessaires pour la division sont réunis, l'œuf reçoit un centrosome, qui à présent dirige par sa division le développement embryon-

1. Flemming dès 1882 a supposé que la tache claire qui renferme le noyau spermatique (sphère attractive) pourrait provenir de la partie postérieure de la tête du spermatozoïde.

Field (93) a adopté une manière de voir quelque peu différente. Le centrosome, selon lui, est situé dans la tête proprement dite du spermatozoïde et n'est pas représenté, comme le veulent les auteurs précités, par la pièce d'union. Celle-ci correspond au noyau accessoire (*Nebenkern*).

naire. » Cette idée, acceptée depuis par plusieurs auteurs, a été encore appuyée par les recherches d'Henking. L'« arrhénoïde » de ce dernier n'est pas autre chose que la substance modifiée du centrosome mâle, qui conduit seul les phénomènes cinétiques de l'œuf pendant la fécondation¹.

Ainsi, le spermatozoïde et l'œuf sont bien l'un comme l'autre des supports de la substance héréditaire, des porte-hérédité (*Vererbungsträger* de Hermann) : l'un par sa tête, l'autre par sa vésicule germinative. Mais le spermatozoïde serait le seul support de la substance fécondante, le seul porte-fécondant (*Befruchtungsträger* de Hermann). L'œuf, par contre, en outre de sa fonction dans l'hérédité, n'est qu'un substratum de matière nutritive, un porte-nourriture (*Nahrungsträger*, si l'on voulait traduire en allemand cette expression). Au spermatozoïde il appartient donc d'apporter la substance irritative, cause déterminante de la conjugaison des noyaux sexuels ; à l'œuf est dévolu de fournir les matériaux de réserve, capables peut-être, en fournissant un aliment aux premières cellules de l'embryon, de régénérer aussi, en l'absence de tout apport nutritif venu du dehors, la substance irritative des premières divisions de la cellule embryonnaire.

On voit comment l'hypothèse de Boveri, relative au rôle du spermatozoïde dans la fécondation, s'harmonise avec celle que nous avons émise plus haut sur l'origine et le rôle du corpuscule central dans les cellules somatiques ordinaires. Nous répétons que les observations de Fol et de Guignard ne permettent d'accepter que sous toutes réserves l'ingénieuse supposition de Boveri.

Il nous reste à examiner dans quelle relation notre hypothèse se trouve vis-à-vis de la conception de Weissmann sur l'hérédité.

1 L'élément spermatique paraît avoir la vertu spéciale de produire au sein du protoplasme ovulaire des modifications de ce protoplasme qui se traduisent par des irradiations. Outre l'aster qui entoure le noyau spermatique principal, Oppel (92) a vu que chez les reptiles il peut exister des noyaux spermatiques accessoires formant eux aussi le centre d'irradiations astériformes. De même chez les sélaciens, Ruckert (91) a vu autour des noyaux de mérocytes (*Merocytenkerne*), qu'il considère comme représentant des noyaux spermatiques, le protoplasma ovulaire s'orienter radiairement sous la figure d'un aster.

Si l'on admet l'identité de la substance chromatique du noyau et de celle du centrosome, on se trouve presque contraint de penser que l'une comme l'autre est essentiellement formée par le plasma germinatif. Or, comme le plasma germinatif est continu et transmissible par la voie héréditaire, il y aurait en apparence quelque difficulté à admettre que le centrosome soit en même temps constitué par le plasma germinatif et créé à nouveau dans chaque cellule ; les termes de plasma germinatif et de création nouvelle semblent jurer en effet l'un avec l'autre. Il ne faut pas oublier cependant que c'est pour la théorie du plasma germinatif une nécessité inéluctable, à laquelle n'a échappé aucun de ceux (Weissmann, Kölliker, O. Hertwig) qui l'ont soutenue, que d'admettre la régénération du plasma germinatif¹. Le doublement du plasma germinatif par voie de nutrition est en effet un corollaire inévitable de la bipartition même de ce plasma lors de la division cellulaire. Nous admettons que, ce doublement effectué, aucune raison n'intervient pour arrêter le processus d'élaboration du protoplasma qui change le produit d'absorption cellulaire en dépôt nucléaire, la nourriture en plasma germinatif. L'excédent de cet idioplasma (histogène ou germinatif proprement dit), cet *ide* surnuméraire, est le centrosome.

En résumé, le corpuscule central est un organe de la cellule, comme l'a exprimé van Beneden, mais c'est un organe habituellement transitoire et non permanent. Il est le produit de l'activité sécrétoire d'une cellule abondamment nourrie et c'est le produit de sécrétion spécifique de la cellule. C'est de l'idioplasme, qui, ne pouvant fonctionner comme un plasma germinatif, dont la cellule est saturée, fonctionne en tant que plasma divisant ; de même que le cristal ajouté à une solution déjà concentrée ne se dissout plus, mais provoque la cristallisation de la solution, de même la parcelle idioplasmique surnuméraire ne s'ajoute pas à l'idioplasme du noyau, mais provoque la division de celui-ci. La substance de l'hérédité est à elle-même sa *substance divisante*.

1. « Le noyau de l'œuf fécondé, dit Kölliker, renferme un idioplasme qui augmente de quantité dans le cours du développement. » D'après O. Hertwig, le processus évolutif ne consiste pas seulement à séparer les unes des autres les propriétés contenues dans le noyau de l'œuf pour les distribuer entre les noyaux des cellules futures, mais l'ensemble des propriétés s'accroît par la nutrition.

Voilà pour les cellules somatiques. L'œuf est une cellule où cette sécrétion ne se fait pas, l'activité du protoplasma étant détournée, absorbée par l'emmagasinement des matériaux de réserve (*substance nutritive*). Le spermatozoïde est une cellule où cette sécrétion (*substance fécondante*) s'opère, au contraire, à l'exclusion de toute autre.

Nous savons quelles réserves comporte pour le présent le cas de la fécondation ainsi schématisé.

7° *État des sphères attractives.*

J'ai trouvé les sphères attractives dans un état variable. Dans des cellules au repos absolu, la disposition typique, ramassée et aréolaire de la sphère attractive était relativement rare. On sait que cette disposition, soupçonnée tout d'abord par Kupffer qui décrit la sphère sous le nom de « masse centrale »¹, a été réellement découverte par E. van Beneden et Neyt (87) et retrouvée depuis par Henneguy (91), Guignard (91), van der Stricht (92), Moore (93), etc.; elle consiste en ce que, dans la description de van Beneden, d'abord la sphère attractive mérite de par sa forme réellement son nom, en ce qu'ensuite elle se compose de zones concentriques [qui sont en nombre maximum dans le noyau vitellin des œufs d'arthropodes d'après Balbiani (93)]. Ces zones sont successivement, en allant du centre de la sphère à la périphérie, la « zone médullaire » (E. van Beneden) ou « zone centrale » (Henneguy), la « zone corticale » (E. van Beneden) ou « zone périphérique de l'aster » (Henneguy).

Nous pouvons indiquer, dès à présent, que beaucoup d'auteurs n'ont pas réussi à retrouver la forme aréolaire complète de la sphère et les trois zones concentriques décrites par van Beneden, ou bien, s'ils ont eu sous les yeux les mêmes images, les ont interprétées d'une autre façon. Tandis que van Beneden distingue la région centrale compacte du système radié, sous le nom de zone corticale de la sphère attractive, des fibrilles périphériques

1. KUPFFER, cité par Flemming in « Zelle » 1892 : *Ueber Differenzierung des Protoplasma in den Zellen tierischer Gewebe* (Schr. d. nat. Vereins für Schl.-Holstein. 1875).

du reste de l'irradiation, Boveri ne voit aucune raison à faire cette distinction ; les deux parties résultent de la sphère granuleuse archoplasmique qui était primitivement compacte ; les fins filaments périphériques ne sont, selon Boveri, que la couche corticale modifiée de cette sphère. — Henneguy (91) distingue autour de chaque corpuscule central plusieurs zones concentriques : 1° une zone centrale, très finement granuleuse et faiblement colorée ; c'est la sphère attractive ; 2° une zone moyenne, finement grenue et fortement teintée de laquelle partent les rayons divergents qui s'étendent dans presque toute la cellule ; 3° une zone périphérique grossièrement granuleuse dans laquelle les granulations sont disposées en réseau et qui s'étend jusqu'aux limites de la cellule ; ces trois zones correspondent à celles que van Beneden a distinguées dans l'ascaride du cheval. Mais comme la zone corticale de van Beneden (zone moyenne de l'auteur) ne se divise pas lors de la division de la sphère attractive et qu'elle demeure unique pour les deux sphères-filles, Henneguy, contrairement à van Beneden, ne la considère pas comme appartenant à cette sphère. Quant à la zone médullaire, si, à l'état statique, elle appartient tout entière à la sphère, elle cesse plus tard de représenter le corps de celle-ci. Henneguy distingue nettement ensuite entre la sphère attractive, qui appartient à l'état de repos et aux prophases, et l'aster, qui se substitue à la sphère attractive dans les stades de prophase et d'anaphase (p. 410). « Cette distinction entre la sphère attractive et l'aster n'est possible, continue-t-il, que dans les grandes cellules riches en protoplasma granuleux. Lorsque les cellules embryonnaires deviennent plus petites, la zone moyenne de l'aster n'est plus différenciée ; on ne voit plus que la zone centrale de laquelle partent les radiations ; cette zone centrale étant peu développée paraît se confondre avec la sphère attractive dont le centrosome coloré est seul visible (p. 411). » — Vom Rath (93) ne reconnaît pas davantage comme fixe et caractéristique la différenciation zonaire de la sphère attractive, telle que van Beneden l'a établie.

Beaucoup plus souvent que la forme aréolaire de la sphère attractive, j'ai trouvé cette formation sous la figure d'une simple irradiation stellaire partant du microcentre, ou encore, pour

m'exprimer à la façon de Platner, je n'ai trouvé qu'un « centrosome nu ».

Voici, du reste, ce que je disais sur cette question dans ma note préliminaire : « Plus souvent, et cela même dans des cellules au repos, j'ai trouvé autour du corpuscule une irradiation de plusieurs filaments assez courts, telle que celle que Flemming figure autour du corps central des éléments conjonctifs endothéliaux, épithéliaux du poumon et des leucocytes chez la salamandre ; souvent, les filaments ne sont que les pointements d'une plage sombre de forme étoilée, irrégulière, qui entoure immédiatement le corpuscule central. A côté de ces deux formes principales et pour ainsi dire typiques, j'en signale d'autres ; elles consistent dans des condensations de protoplasma de forme généralement triangulaire, à angles allongés en longues pointes ; elles sont découpées dans une bande sombre, périnucléaire, décrite par Henking et signalée par d'autres, considérée par Mèves comme sphère attractive annulaire. Enfin, j'indique, quant aux connexions de la sphère attractive, ce fait que, lorsque la sphère avec le corps central qu'elle contient est contiguë à l'aire claire qui entoure immédiatement le noyau, quelques-uns des rayons de cette sphère traversent l'aire claire et abordent le noyau, en s'anastomosant dans l'espace clair avec un réticulum très délicat qui le cloisonne¹. »

Un coup d'œil jeté sur la bibliographie afférente à la question nous apprendra que la plus grande divergence d'opinions règne encore actuellement, quant à l'état sous lequel se présente la sphère attractive dans des cellules au repos (et c'est dans cette condition seule que je veux examiner ici la manière d'être de la sphère attractive).

Selon la plupart des auteurs, la disposition aréolaire de la sphère attractive appartiendrait à l'état de repos de cette forma-

1. Je veux faire remarquer tout de suite combien mes observations concordent avec celles d'Henking (92) au point de vue de la forme et de la constitution habituelles de la sphère attractive. Dans les œufs d'insectes, cet auteur distingue deux sortes d'irradiations : les unes à fins rayons, connues sous les noms d'asters ou soleils ; les autres à trainées plasmatiques, semblables à des pseudopodes (p. 197). On pourra comparer à cet égard mes figures 2, 4, 7, 9, 10, 13, 14 aux figures 143 B, 145, 157, 166, 169 du travail d'Henking.

tion et de la cellule tout entière, et caractériserait cet état. C'est ainsi qu'on la trouve décrite, par exemple, par van der Stricht (92, p. 174 et 176-177) pour les animaux, par Guignard (91), P. Schottländer (92) pour les plantes. Pour le plus grand nombre aussi, cette structure ferait place, dès le début de la division mitotique, à une figure astériforme irradiant autour du corpuscule central. Guignard, par exemple, dont les observations ont porté sur les éléments de l'appareil sexuel des phanérogames et des cryptogames vasculaires (Fougères, Isoètes), ne voit apparaître la disposition radiée qu'au commencement de la division. Les sphères (que Guignard nomme « sphères directrices ») se constituent, à l'état de repos, « de deux très petites sphères formées d'un centrosome entouré d'une aréole transparente, limitée par un cercle granuleux (fig. 9, 42, 44)... Les stries radiaires n'apparaissent nettement qu'au moment où le noyau commence à entrer en division » (p. 268).

P. Schottländer (92), qui a étudié les cellules sexuelles de *Gymnogramme* et de *Chara*, n'y a trouvé les sphères attractives dépourvues de zone radiaire que pendant la période quiescente. Dans les cellules au repos du rein de la larve de salamandre, Nicolas (92) n'a jamais trouvé d'irradiations autour des corpuscules centraux ; ceux-ci lui ont paru parfois entourés d'une étroite auréole claire, la zone avoisinante du cytoplasme étant plus compacte que dans les autres régions du corps cellulaire ; le tout correspond aux zones médullaire et corticale d'E. van Beneden ; autour du corpuscule unique ou des corpuscules centraux peut aussi régner un amas archoplasmique indivis.

Certains auteurs ont même pu assister, Henneguy par exemple (91), à la transformation de la forme quiescente de la sphère attractive en forme cinétique : « Le contour de la sphère attractive, dit Henneguy, n'est pas très bien délimité ; il est indiqué par une zone de granulations de laquelle partent les rayons de l'aster qui s'étendent d'autant plus loin dans le protoplasma cellulaire que la division est plus avancée. » Ailleurs, il s'exprime comme il suit : « Le premier indice de l'entrée en activité de la sphère attractive est la différenciation autour d'elle d'une zone protoplasmique granuleuse ayant plus d'affinité pour les matières colo-

rantes que le reste du protoplasma cellulaire. Cette zone s'accroît petit à petit, en s'éloignant de la sphère attractive ; il en résulte la formation autour de celle-ci d'un espace clair, que j'ai désigné sous le nom de zone centrale et qui devient la partie centrale de l'aster, au centre de laquelle le corps de la sphère attractive cesse d'avoir des contours nets et n'est plus représenté que par une petite tache claire, renfermant le centrosome. L'aster, bien constitué à la fin de la prophase, s'est donc substitué petit à petit à la sphère attractive, et est alors formé d'une zone centrale, contenant cette sphère, d'une zone moyenne colorée, de laquelle partent les rayons, et d'une zone périphérique, dans laquelle ils se terminent » (p. 410).

De même qu'Henneguy, Henking (92) pense aussi que « l'étendue relative des rayons plasmatiques (de la sphère attractive, qu'il appelle « arrhénoïde » dans les œufs d'insectes) peut être très bien prise comme mesure de la grandeur de l'« irritation », comme l'intensité du pouvoir éclairant sert de mesure pour apprécier la source lumineuse » (p. 198).

Contrairement aux opinions précédentes, Flemming (91), Hermann (91), Hansemann (92), Henking (92), vom Rath (93), moi-même (92), n'avons trouvé dans la plupart des cas la sphère attractive que sous forme d'une irradiation plus ou moins abondante, partant directement du centrosome, ou bien laissant entre elle et ce dernier une mince zone claire correspondant à l'aire médullaire d'E. van Beneden.

Ajoutons enfin que, dans les cellules animales, la sphère attractive s'est présentée à certains auteurs sous une forme très simple, ou même a fait complètement défaut autour du corpuscule central. Ainsi Flemming (91) s'exprime de la façon suivante : « Je n'ai rien pu voir de net sur les cellules fixes, autour des corpuscules centraux, le noyau étant au repos, ni en fait de sphère rayonnante, ni en fait de sphère constituée d'une manière particulière quelconque ; mais il faut bien admettre qu'ici aussi elle existe sous une forme très délicate, car elle se présente dans les leucocytes d'une façon évidente. Souvent on voit sur les cellules fixes autour des corps centraux une aire claire mince. » Il faut encore placer ici les observations de Platner (89 b), qui a trouvé

le centrosome parfaitement nu, sans zone ambiante de protoplasma modifié, qui pût représenter la sphère attractive, celles de Fol où la présence des ovocentre et spermocentre ne détermine d'abord dans l'œuf aucune modification du protoplasma. C'est encore sans doute un rudiment de sphère attractive que van Bambeke (93) a vu dans l'œuf de *Scorpiæna scrofa* : les corpuscules chromatiques (qui correspondent peut-être à des centrosomes) que l'auteur a vus émigrer de la vésicule germinative, s'entourent d'une petite zone plasmique, plus dense et plus colorable que le vitellus ambiant (fig. 26 et 28), ainsi qu'Henneguy l'aurait constaté déjà pour les salmonidés.

Dans ces conditions, étant donnée l'extrême variabilité de la sphère attractive, lorsqu'on examine des cellules quiescentes appartenant à des types différents ou même quand on s'adresse à un même objet, il devient parfaitement légitime de dire avec vom Rath (93) : Si nous nous demandons quelle est la structure typique d'une sphère attractive et d'un centrosome, on ne peut y bien répondre, car dans des objets aussi soigneusement examinés qu'*Ascaris megalocephala* et *Salamandra maculosa* il y a certaines différences. Vialleton (92) paraît aussi regarder avec raison le centrosome comme étant la seule partie essentielle de la sphère, la zone qui l'entoure n'étant qu'une partie du protoplasma modifiée par l'action du centrosome. Il appuie son dire : 1° sur les observations d'Henneguy, qui fait remarquer combien la sphère varie d'aspect suivant les stades de la division ; 2° sur celles de Boveri qui a montré que le centrosome peut, à un moment donné, être séparé de l'archoplasma ; 3° sur ce fait que dans la fécondation il n'y a que des centrosomes (Fol) ; 4° sur ses propres observations chez la seiche, où le centrosome lui a toujours paru l'élément essentiel.

La variation morphologique de la sphère attractive nous apparaîtra beaucoup plus grande encore si nous rangeons parmi les sphères attractives ces formations, qui résultent d'une condensation particulière du protoplasme, que Mèves (91, 93), Benda (93), van Bambeke (93) ont décrites sur divers objets. Il s'agit, dans les observations de ces auteurs, les différences légères de forme étant négligées, de portions de cytoplasme plus dense en-

tourant le noyau à la façon d'un anneau ou bien le pénétrant comme une cheville.

Voici en quoi d'abord consistent les observations de Mèves.

Mèves (91) a trouvé, dans les spermatogonies à noyau ordinaire du testicule de salamandre, un corps volumineux, incolore, à contours nets, autour duquel le protoplasma cellulaire offre souvent une disposition radiée. Il peut offrir différentes formes ; fréquemment il a la forme d'une sphère, entourée d'une irradiation, dont les contours sont souvent assez irréguliers ; ou bien il est de figure hémisphérique, ou bien encore représente soit un disque plat, soit un ruban. Mèves n'hésite pas, bien qu'il n'ait vu que rarement un corps central dans cette formation, à la qualifier de sphère attractive. Si dans les spermatogonies à noyaux polymorphes on cherche la sphère attractive, jamais on ne trouve un corps nettement délimité ; au lieu de cela, il existe dans la substance cellulaire un dépôt absolument constant, typique ; des masses sombres, grenues, entourent le noyau d'une sphère creuse (fig. 1). L'auteur pense que c'est là une sphère dérivée de la sphère compacte et dense du stade précédent par éparpillement et expansion de la substance de la sphère. Quand ensuite au printemps le noyau polymorphe passe de la forme polymorphe à la forme ronde, cette sphère annulaire et disséminée se contracte en un point limité (fig. 2, 3, 4) ; quelquefois cette contraction ne se fait pas, de telle sorte que des cellules à noyau rond peuvent offrir une sphère annulaire. L'auteur décrit ensuite la division amitotique, dans laquelle les noyaux en voie d'amitose par étranglement ne doivent pas être confondus avec les noyaux polymorphes ; autour de l'étranglement nucléaire se voit la sphère annulaire, qui est l'agent même de l'étranglement.

Benda (93) confirme essentiellement les données de Mèves.

Moore (93 *b*) représente, dans ses figures 1 et 6, des formes de sphère qu'il appelle « lobose archoplasm » et « duplicated archoplasm », et qui, d'après les observations faites par Mèves sur la salamandre adulte, doivent être des stades de passage à un état granuleux de la sphère. La transformation de la sphère en amas granuleux et en masse éparpillée commencerait par la lobulation de la sphère, à la surface de laquelle prendraient naissance

de nombreuses éleveures ; plus tard, on trouve un amas de petites sphères partielles (douze et plus) ; ces sphérules se séparent ensuite les unes des autres et deviennent l'amas granuleux décrit par Mèves. Avec la désagrégation de la sphère marche de pair la transformation polymorphique du noyau.

Vom Rath (93), qui a retrouvé à côté des noyaux polymorphes de la salamandre les formations décrites par Mèves, les interprète autrement. Il déclare ne pouvoir les considérer avec cet auteur comme des sphères attractives, parce qu'à côté de l'anneau sombre périnucléaire, il a trouvé une sphère attractive typique (fig. 3, 5, 6 et 7).

Ce qui cependant autorise à regarder ces formations comme les équivalents de sphères attractives, c'est qu'il en part, ainsi que Mèves et Benda l'ont constaté, des irradiations stellaires qui forment une couronne équatoriale autour du noyau.

Remarquons aussi, à l'appui de la thèse de Mèves et Benda, que dans les figures données par vom Rath, la sphère a toutefois un rapport plus ou moins étroit avec l'anneau, et qu'elle est, par exemple, nichée souvent dans une encoche de cet anneau. Du reste, cet anneau, l'auteur ne l'observe en somme qu'assez rarement et seulement dans les préparations fixées par les liquides osmiques. Vom Rath a établi que dans l'amitose les sphères et les centrosomes présentent une très grande diversité quant à leur forme, leur grandeur, leur nombre et leur disposition ; quant à savoir si à chaque forme de l'amitose doit correspondre une constitution particulière et caractéristique de la sphère, c'est ce qui doit demeurer indéterminé. Il est certain qu'il se fait dans l'amitose une division de la sphère, mais il n'est pas vraisemblable que cette division se produise toujours. Dans les noyaux polymorphes de la zone de régénération du testicule de la salamandre, il peut exister souvent de nombreuses petites sphères situées dans les diverses encoches du contour du noyau ; on peut penser que ces sphères multiples dérivent de la désagrégation d'une grosse sphère, mais il n'est pas probable qu'elles se réunissent à nouveau pour reconstituer la sphère unique.

On peut encore rapprocher des faits décrits par Mèves ceux que van Bambeke a observés. Cet auteur a trouvé autour du noyau

de l'œuf de *Scorpaena scrofa* et à quelque distance de ce noyau, un anneau vitellin plus sombre, qui renfermait les éléments chromatiques éliminés hors de la vésicule germinative (fig. 24 et 25).

Enfin les variations morphologiques de la sphère attractive se feront dans les plus larges limites si nous identifions la sphère attractive avec le « corps accessoire » ou « noyau accessoire » (*Nebenkörper, Nebenkern*) des éléments séminaux et avec le « noyau vitellin » ou « corps vitellin » (*Dotterkern*) de l'œuf, comme plusieurs l'ont fait. La forme et la constitution de ces productions offrent en effet la plus grande diversité, comme on pourra s'en rendre compte par la lecture du mémoire de Balbiani (93) et des travaux déjà nombreux qui ont eu pour objet l'étude de ces éléments. Cette identification ne paraît cependant pas absolument licite, parce que l'on a pu trouver [par exemple vom Rath (93, en note), dans les cellules séminales d'*Astacus*] le *Nebenkern* et la sphère attractive côte à côte, parce qu'aussi le *Nebenkern* appartient plus particulièrement aux stades de repos des cellules, la sphère attractive aux périodes cinétiques. Il est en tous cas certainement prudent de réserver pour le moment la question de l'identité de la sphère attractive et du noyau accessoire¹.

L'état sous lequel j'ai trouvé le plus fréquemment la sphère attractive dans les cellules séminales de la scolopendre ne permet pas de désigner ici cette formation par l'un des termes habituellement employés, tels que ceux de « sphère attractive », (E. van Beneden et d'autres), « sphère directrice » (Guignard), « astrosphère » (Strasburger, M. Heidenhain), « archoplasma » (Boveri) ou « archiplasma » (Benda)². Je n'ai en effet observé le

1. Il y a des faits qui sont bien de nature à montrer combien pour le moment il est difficile d'homologuer à la sphère attractive quelque une de ces formations qu'on voit paraître spécialement dans la cellule spermatique et que l'on nomme *Nebenkern*. Ainsi Moore (93 a) ne décrit pas moins de quatre corps différents dans les spermatocytes du rat : un corps chromatique extranucléaire (corps chromatique de Hermann), — un corps qu'il appelle le « plus petit *Nebenkern* », — le *Nebenkern* lui-même, — deux centrosomes. Laissant de côté le corps chromatique et les centrosomes, il reste deux formations dont la signification par comparaison avec la sphère attractive est douteuse. Toutefois, disons que Moore identifie son *Nebenkern* proprement dit à l'archoplasme de Boveri.

2. C'est par abréviation et tout à fait conventionnellement que je me suis servi constamment du terme astrosphère dans la légende des figures.

plus communément qu'une simple irradiation de filaments partant du corpuscule central (voir plus haut).

Pour être morphologiquement la sphère directrice de Guignard, il manque à cette formation la zone claire centrale limitée périphériquement par une substance grenue, que trouve Guignard. Je reproche en outre au terme de sphère directrice de préjuger par trop de l'importance physiologique de cette formation. Il donne à penser en effet que c'est la sphère qui dirige effectivement les destinées de la cellule ; mais il ne faut pas oublier à ce propos qu'avant 1887 on attribuait le rôle prépondérant au noyau, qui en a été ensuite déchu, et il serait à craindre que l'on ne fût forcé d'ici peu de temps de prononcer la même déchéance pour la sphère directrice.

Pour mériter le nom de sphère attractive, il faudrait, aux formations que j'ai observées, cette succession de deux ou même trois zones que van Beneden attribue à la sphère attractive. Je rejeterai, pour la même raison que tout à l'heure pour la sphère directrice, le terme de sphère attractive, qui me paraît dépasser la limite de nos connaissances, en affirmant catégoriquement le rôle actif exercé par la sphère attractive. Je sais toutefois qu'il y a des observations réellement probantes en faveur de ce rôle attractif, véritablement actif. Henneguy (91, fig. 17) a vu, en étudiant le parablaste des poissons osseux, dans deux dyasters voisins, dont les axes étaient perpendiculaires l'un à l'autre et qui étaient ainsi disposés à la façon d'un T, les chromosomes du dyaster correspondant à la branche horizontale être attirés par la sphère attractive du dyaster vertical placée à peu de distance de l'intersection des deux branches. Les observations de Solger (91) sont également instructives à cet égard ; on y voit dans les cellules pigmentaires les granules de pigment attirés en une couronne dans l'aire claire qui entoure le centrosome. J'ai fait aussi (92 c) une observation qui parle en faveur du rôle attractif de la sphère. Sur le pourtour de la cornée de la salamandre, au-dessous de l'épithélium stratifié, se trouvent des éléments pigmentés qui envoient des prolongements entre les cellules épithéliales ou bien qui ont déposé dans les interstices de ces dernières des grains de pigment ; en tout cas, entre les cellules épithéliales

existent des traînées pigmentaires. Or, sur un dyaster, appartenant à une cellule épithéliale, et offrant la vue polaire d'une des étoiles-filles, se trouvaient, dans la plage foncée correspondant à la sphère attractive, de nombreux grains pigmentaires, tandis qu'on n'en voyait aucun dans le reste de la cellule. Ces grains avaient été vraisemblablement amenés là par l'attraction exercée par les filaments irradiés de la sphère.

Heidenhain demanderait à la formation irradiée, pour en faire une astrosphère, d'être limitée par un contour extérieur net, correspondant à une rangée de microsomes, et ne saurait considérer comme astrosphère la simple irradiation que nous avons ici.

Enfin, l'expression d'archoplasme (Boveri), transformée en celle d'archiplasme par Benda, a une tout autre signification; car Boveri entend par là une substance qualitativement différente du reste de la substance cellulaire et remplissant dans la cellule, comme son nom l'indique, un rôle dirigeant. D'après les préparations que je possède, fixées par le liquide de Flemming, je ne reconnais dans la partie irradiée du protoplasma aucune particularité qui m'autorise à y admettre l'existence d'une substance spéciale manquant dans le reste de la cellule. Au contraire, sur des préparations traitées par le sublimé ou l'acide nitrique à 5 p. 100 et colorées par l'hématoxyline suivant la méthode d'Hermann, j'ai reconnu qu'entre les filaments irradiés existe une substance interstitielle, colorée en bleu foncé, qui paraît le résultat de la condensation du suc cellulaire; l'accumulation de cette substance autour du centrosome donne lieu à une tache plus colorée, qui figure une masse archoplasmique.

Moore (93), dans son travail sur l'archoplasme dans la glande génitale de la larve de salamandre, s'est occupé de préciser les expressions précédentes, en les appliquant à des formations différentes qu'il s'est efforcé de distinguer. Personne, dit-il, avant lui n'avait institué des recherches sur la parenté existant entre les divers archoplasmes, les sphères attractives et les *Nebenkern*. Nos connaissances sur les relations qui existent entre les différentes zones de la sphère attractive de van Beneden et de l'archoplasme de Boveri sont loin d'être satisfaisantes. On ne sait pas, par exemple, si la radiation qui entoure le corps central (dans les

figures de Flemming) est l'équivalent de la portion archoplas-mique ou zone corticale de la sphère attractive ou bien si elle correspond à la radiation tout à fait externe de cette dernière. Toujours l'archoplasme s'est montré, dans les préparations de Moore, sous la forme d'un corps volumineux, presque aussi gros que le noyau lui-même, rond ou ovale, aussi bien limité que possible (fig. 1, 3, 4, 5, 7, 8, 16). Toujours aussi autour des corpuscules centraux règne une aire claire (zone médullaire de van Beneden), à travers laquelle passent quelques rayons qui mettent les corps centraux en relation avec une sphère granuleuse, grande et pâle, l'archoplasme, dont les granulations sont centrées autour de l'aire médullaire. L'archoplasme, que l'auteur met en évidence là où d'autres ne l'avaient pas trouvé, est ainsi quelque chose de spécial, distinct de la sphère attractive proprement dite.

Sous quelle dénomination donc conviendra-t-il de désigner les irradiations que nous rencontrons autour du microcentre, et quelle idée devons-nous nous faire de la nature de ces irradiations ?

Nous nous servirons d'abord, pour désigner le ou les grains qui forment le centre de l'irradiation, du terme de microcentre introduit par Heidenhain, terme qui n'a qu'un sens morphologique et qui a pour correspondant physiologique celui de « centre cinétique » (ovocentre, spermocentre, astrocentre), employé par Fol, et adopté par Strasburger. Par microcentre, on signifie que le centre du système radié est représenté par un ou plusieurs petits corpuscules, entièrement différents du plasma cellulaire au sein duquel ils représentent comme autant de microorganismes. Par centre cinétique, on entend que le microcentre est le centre d'application de forces agissant suivant la direction des rayons du système radié.

Quant à ce système radié lui-même, il a été décrit dès 1878 par Fol sous le nom d'« aster » et considéré comme entité anatomique consistant en fibrilles nettement délimitées, isolables (pl. VII, fig. 8-11, 14-19 f). La figure doublement étoilée est appelée par Fol « amphiaster » ; elle pourrait recevoir aussi le nom de « dyaster », appliqué depuis par Flemming à autre

chose. Il faut maintenant une autre expression pour désigner le protoplasma modifié qui figure une aréole autour du microcentre, autrement dit les zones médullaire et corticale de la sphère attractive de van Beneden. Quelque idée que l'on se fasse de cette aréole, qu'on la considère avec Heidenhain comme formée simplement par une irradiation plus serrée là que partout ailleurs, ou bien qu'on se la représente comme constituée par un protoplasma présentant un arrangement spécial, que cette aréole entoure à elle seule le microcentre ou qu'elle donne insertion à son tour par toute sa périphérie à des filaments radiés, le terme d'aréole (*area*) ou, si l'on veut, *centrarea*, *area centralis* (aire centrale), pourra être employé pour la désigner, puisque, sans préjuger de l'interprétation, il rappelle le fait essentiel, la différenciation du protoplasma autour du microcentre en une aire bien distincte.

La substance qui forme la centrosdrome unissant les corpuscules d'un même microcentre, comme aussi celle qui constitue plus tard le fuseau primitif et le fuseau central qui dérivent de la centrosdrome, méritent un nom spécial; celui de « centrosplasma » me semble convenir.

L'expression de « kinoplasma », adoptée par Strasburger (92 et 93) en place de celle de cytoplasma formateur qu'il avait employée auparavant, a un sens exclusivement physiologique et peut être utile. « Par kinoplasma, dit Strasburger, j'ai voulu exprimer la propriété caractéristique de la substance protoplasmique en question et son rapport avec la karyokinèse; cette fois, j'ai choisi une expression physiologique, parce que cette substance est, quant à sa forme, sujette à variation, qu'elle ne prend la structure filamenteuse caractéristique que dans certaines conditions et que sa forme ne peut ainsi servir de base pour sa dénomination. Pour cette dernière raison, je sépare aussi de la notion de kinoplasma non seulement les centrosomes, mais encore les sphères plasmatiques homogènes, dans lesquelles ces centrosomes sont enfouis, et qui sont, sous le nom d'astrosphères = centrosphères, des éléments protoplasmiques de forme déterminée jouissant d'une individualité persistante. » Le kinoplasma ainsi délimité comprend la substance du fuseau, les irradiations polaires, les filaments connectifs et les plaques cellulaires.

Enfin, devra-t-on conserver le terme d'archoplasma ou archiplasma, lorsqu'on voudra, s'y croyant autorisé par les faits constatés, exprimer l'idée d'une substance qualitativement différente du reste du protoplasma cellulaire, sans prétendre d'ailleurs à désigner spécialement ni la nature ni la disposition morphologique de cette substance, très variables selon les cas ? Ce terme ou un autre analogue me paraît commode, indispensable même, dans l'état actuel de nos connaissances, pour distinguer certaines parties du protoplasma spéciales par leur arrangement sinon par leur nature même.

Malheureusement l'expression d'archoplasma, qui a eu beaucoup de succès parmi les histologistes, a été appliquée à des formations bien différentes et prête aujourd'hui à confusion. Ainsi, primitivement, elle a été employée par Boveri comme synonyme de la sphère attractive de van Beneden ; elle a été considérée par d'autres comme représentant seulement les parties aréolaires (zones médullaire et corticale) de cette sphère ; pour d'autres encore, l'archoplasme est situé en dehors de la sphère attractive proprement dite (zones médullaire et corticale) et correspond topographiquement à la partie irradiée, astériforme, de la sphère, dont il se distingue par sa nature ; certains auteurs encore paraissent avoir identifié l'archoplasme à la substance de la centrodesmose et du fuseau central, car ils désignent ce dernier sous le nom de « fuseau archoplasmique » ; enfin, pour quelques-uns, archoplasme et *Nebenkernel* sont une seule et même chose. Il est évident qu'une expression qui a reçu des acceptions aussi diverses n'a plus aucune précision et doit être laissée de côté.

Nous avons déjà séparé de l'archoplasma le centroplasma (substance de la centrodesmose et du fuseau central). On pourra maintenant désigner sous les noms d' « aréoplasma », d' « astroplasma » la substance de l'aréole et celle de l'aster, toutes les fois que celles-ci se présenteront sous une forme et avec des caractères particuliers.

Nous obtenons donc en somme un système que nous pouvons appeler *centre*¹ comprenant : un *microcentre*, formé d'un ou

1. On doit entendre ici le centre morphologique et aussi sans doute physiologique ; et non pas le centre géométrique de la cellule.

plusieurs *corpuscules centraux* ou *centrosomes* ; une *aire centrale* entourée ou non d'un *aster*, formant ensemble la « *centrosphère* » de Strasburger ; ou bien un *aster* seul sans aire centrale ou avec aire centrale extrêmement réduite. La substance dont ce système est formé est variable ; il y a en effet la substance du microcentre (*centrochromatine*), celle de la centrodesmose et du fuseau central (*centroplasma*), celles enfin de l'aréole et de l'aster (*aréoplasma*, *astroplasma*) ; il faut y ajouter une masse d'*archoplasma*.

Quelle idée pouvons-nous nous faire de la nature des irradiations qui se produisent autour du microcentre ? Je rappellerai d'abord que nombre d'auteurs (Flemming, Hermann, Hansemann, Balbiani, moi-même, etc.) ont vu que la formation irradiée peut exister au repos absolu de la cellule. Cela nous indique que, même à l'état quiescent, la cellule est orientée, centrée autour du microcentre.

Cette orientation, ce centrage est-il étendu à toute la cellule, ou bien limité seulement au territoire voisin du microcentre ? Nos observations ne nous autorisent qu'à admettre la seconde manière de voir. Rien dans la disposition du protoplasma de la cellule au repos, en un point éloigné du microcentre, ne nous permet de dire que ce protoplasma est sous l'influence du microcentre. Le schéma qu'Heidenhain donne des lymphocytes au repos chez le lapin (fig. 85) n'est nullement applicable ici ; car, à quelque distance du microcentre, les rayons du système radié se continuent avec les fils du mitome cellulaire, le protoplasma reprenant la structure réticulée ou alvéolaire. Certains auteurs, au contraire, ont représenté des images auxquelles le schéma d'Heidenhain convient parfaitement ; Bürger, par exemple (91), à côté de cellules dans lesquelles la sphère n'a que de très courts rayons, en a vu d'autres où elle étend ses rayons dans tout le corps protoplasmique.

C. Schneider (91), Reinke (94, fig. 11), ont donné des dessins qui rendent très bien l'idée qu'on doit se faire, ce nous semble, de l'irradiation et de ses rapports avec le reste du corps cellulaire. Les dessins de Schneider, qui sont empreints d'un caractère quelque peu artificiel, tant à cause de la netteté avec laquelle les plus fins détails sont rendus qu'en raison du grossissement

considérable auquel ils ont été reproduits, nous paraissent des schémas très fidèles de la nature. On y voit (par exemple fig. 21) que le microcentre est entouré de fils radiés qui convergent d'une part en un anneau entourant le microcentre et qui divergent d'autre part en se continuant avec la partie ordinaire du mitome cellulaire, où celui-ci a une disposition plexiforme¹.

Je suis aussi d'accord avec Henking (92), lorsqu'il dit (p. 197) que « les rayons plasmatiques (de son arrhénoïde, qui est dans l'œuf d'insecte l'équivalent de la sphère attractive) se continuent par leurs extrémités et par leurs ramifications latérales avec le réseau plasmatique fondamental de l'œuf ».

Connaissant maintenant la forme sous laquelle se présentent la centrosphère et le système irradié, quelle idée devons-nous nous faire de la signification physiologique de ces formations? Sont-elles dans la cellule cause ou effet? Au lieu d'être un « organe de la cellule », le microcentre et l'aire ou l'aster qui l'entoure ne sont-ils, suivant le mot de Bürger, qu'un « phénomène intracellulaire », ou encore, comme s'exprime Henking (92, p. 198), « les irradiations ne sont-elles que l'image extérieure d'un phénomène qui nous est encore inconnu »? Le système irradié, spécialement, est-il la cause des mouvements qui accompagnent la division nucléaire et les autres processus cellulaires, ou bien n'est-il que l'effet, la manifestation de ces mouvements? Dans le premier cas, « les mouvements internes qui accompagnent la division cellulaire ont leur cause immédiate dans la contractilité des fibrilles du protoplasme cellulaire et dans leur arrangement en une sorte de système musculaire radiaire », auquel le corpuscule central, réduit à un rôle secondaire, sert seulement de point central d'insertion (van Beneden); c'est ce que Heidenhain appelle la « théorie du point central d'insertion ». Dans le second cas, tout au contraire, le centrosome joue le rôle essentiel, en exerçant sur l'archoplasme contenu dans la cellule une attraction telle que cet archoplasme se contracte autour du centrosome (Boveri); c'est ce que Heidenhain nomme la « théorie de la prédominance matérielle du centrosome ».

1. Schneider n'admet pas que le mitome cellulaire soit formé de filaments anastomosés en un réseau, mais seulement entre-croisés en un plexus.

C'est cette seconde manière de voir que, d'après les considérations développées au paragraphe I de ce travail, je suis porté à adopter. Je crois que le centrosome domine dans la sphère attractive, dans le système irradié et même dans toute la cellule. Quant à dire de quelle façon, je pense que, dans l'état présent de la science, cela est bien difficile, et qu'on ne peut guère dépasser l'interprétation de Bürger appliquée à la sphère attractive et à l'aster, et les considérer comme un simple « phénomène intracellulaire ». Malgré l'ingénieux mécanisme par lequel van Beneden explique la caryocinèse, malgré les faits qui prouvent l'attraction exercée par l'aster, malgré les schémas si explicites que donne Heidenhain du mitome cellulaire à l'état de repos et à l'état cinétique, il n'est pas possible d'invoquer la mise en jeu exclusive d'une attraction et l'existence, dans tous les cas, d'une sphère attractive. Car il y a des faits qui ne peuvent s'expliquer que par une répulsion et où la sphère attractive deviendrait sphère répulsive : tels, par exemple, l'écartement des deux microcentres et la formation du fuseau central. De plus, en dehors des faits naturels, il ne faut pas oublier qu'il y a deux façons opposées de réaliser artificiellement des images irradiées et des figures caryocinétiques : en utilisant une force de traction ou mieux de rétraction (centripète) [Bütschli] ; en employant une force de pression ou mieux de compression (centrifuge) [Henking]. Il y a donc deux schémas possibles des figures irradiées et caryocinétiques : le schéma attractif et le schéma répulsif. Le fantôme magnétique (van Beneden, Errera, Henneguy) qui reproduit très bien aussi les images de l'irradiation cellulaire et de la caryocinèse, n'est qu'une combinaison des deux schémas précédents. Quant à dire que les forces qui interviennent pour produire ces divers schémas sont celles qui agissent dans la cellule à l'état statique et à l'état cinétique, cela ne paraît nullement autorisé, et nous devons, faute de pouvoir faire coïncider, au point de vue causal, avec l'un de ces schémas celui de la caryocinèse, ajouter à la liste le fantôme caryocinétique, images de forces actives qui nous sont encore inconnues.

§ II. — SITUATION DES CORPUSCULES ET DES SPHÈRES DANS LES CELLULES AU REPOS, SPÉCIALEMENT LEUR SITUATION PAR RAPPORT AU NOYAU.

Cette question a été étudiée avec le plus grand soin par Martin Heidenhain dans les cellules lymphatiques du lapin (*loc. cit.*, p. 507). Voici ses principales conclusions. Le microcentre est accolé au noyau quand le diamètre de ce dernier dépasse la moitié du diamètre de la cellule ; il n'est pas alors placé au centre de la cellule. Il est au contraire central, quand le diamètre du noyau n'atteint pas la moitié du diamètre cellulaire, et que le corps cellulaire est considérable ; le noyau est alors rejeté à la périphérie. « Le fait que le microcentre est dans la règle absolument central dans les cellules quiescentes, lorsqu'il y a de grandes masses de protoplasma et que le diamètre du noyau n'atteint plus la moitié de celui de la cellule, doit être uniquement expliqué parce que le noyau s'éloigne vers la périphérie aussi loin que possible, — dans la direction de la plus faible pression et des plus grands espaces interfilaire, — tandis que le microcentre, après avoir atteint le milieu de la cellule, ne poursuit pas son chemin plus loin jusqu'à la surface du noyau (parce qu'effectivement la cause du mouvement disparaît). »

Si nous soumettons la loi posée par Heidenhain aux observations que nous avons faites, nous voyons que ces observations ne vérifient le plus souvent pas la loi.

Ces observations sont résumées ci-dessous et présentées sous forme de statistique.

Je ne fais entrer en ligne de compte que des cellules au repos, ou tout au plus des cellules qui sont peut-être déjà au début de la prophase, ou encore des cellules-filles qui sont au stade de dispirème, ou plutôt qui appartiennent à cette période qu'Heidenhain appelle très heureusement télophase.

Je groupe sous quatre chefs les différentes positions que l'astrosphère et le microcentre peuvent offrir. Le microcentre et l'astrosphère sont situés : A) près du noyau ; B) plus ou moins loin du noyau, le plus souvent à une distance du noyau plus

grande que la longueur du diamètre de ce dernier ; C) absolument à la périphérie de la cellule ; D) vers le centre de la cellule¹.

A. Situation juxtanucléaire.

1. Cellule au repos. Microcentre à deux grains inégaux.
2. Cellule au repos (?). Deux masses archoplasmiques à 5-6 rayons (astrosphères). dont un se fixe sur la membrane nucléaire. Tonnelet reliant les deux masses, incurvé légèrement. Microcentres l'un uni, l'autre bicorpusculaire.
3. Cellule au repos. Astrosphère triangulaire. Microcentre bicorpusculaire.
- 4, 5. Rien de particulier.
- 6, 7. Microcentre à deux corpuscules reliés par un pont en forme de bâtonnet (centrodesmose primaire de Heidenhain).
8. Deux microcentres et deux astrosphères correspondantes envoyant quelques rayons dans l'espace clair périnucléaire.
9. Astrosphère triangulaire, avec prolongements de figure spéciale. Microcentre formé de quatre corpuscules dont deux plus petits (fig. 15).
10. Dans la cellule jumelle de la précédente, astrosphère triangulaire et microcentre bicorpusculaire appliqués contre le noyau ; en outre une autre masse archoplasmique plus éloignée du noyau et renfermant six corpuscules au moins (fig. 15).
- 11, 12. Deux cellules jumelles. Dans l'une, astrosphère envoyant plusieurs rayons dans l'espace clair périnucléaire. Microcentre à deux corpuscules inégaux. Dans l'autre, deux astrosphères avec rayons pénétrant dans l'espace clair périnucléaire. Microcentre mûriforme (fig. 3).
- 13, 14. Deux cellules jumelles. Astrosphère et microcentre symétriquement placés dans l'une et l'autre cellule. Astrosphère à rayons. Microcentre unicorpusculaire.
15. Cellule au stade de spirème (?). Astrosphère avec rayons. Microcentre à deux corpuscules égaux.
- 16, 17. Cellules jumelles à la période ultime de la division (télophase). Astrosphères, microcentres bicorpusculaires, situés au côté polaire du noyau correspondant. Corpusculaire intermédiaire.

B. Situation éloignée du noyau.

18. Astrosphère triangulaire. Microcentre bicorpusculaire.
19. Microcentre bicorpusculaire.
20. Astrosphère à rayons. Microcentre bicorpusculaire.
21. Astrosphère triangulaire. Microcentre en forme de bâtonnet.
22. Cellule-sœur de la précédente. Microcentre unique et arrondi. Le microcentre occupe dans cette cellule une situation symétrique, mais en sens inverse de celle qu'il a dans l'autre cellule ; tous deux sont situés entre le noyau et la limite intercellulaire, mais l'un à droite, l'autre à gauche de l'axe d'union des deux cellules.
23. Rien de particulier ; l'astrosphère est très loin du noyau.

1. L'expression d'astrosphère est employée ici par abréviation.

24. Sphère attractive. Microcentre bicorpusculaire. Noyau au repos (?) plus petit que la moitié du diamètre de la cellule (fig. 16).
25. Cellule au repos absolu. Sphère attractive. Microcentre à deux corpuscules inégaux (fig. 1).
26. Astrosphère triangulaire et microcentre bicorpusculaire situés à peu de distance du noyau. L'astrosphère est presque périphérique. Diamètre du noyau moindre que la moitié du diamètre de la cellule (fig. 13).
27. Cellules jumelles au repos. Sphère attractive, très éloignée du noyau et presque périphérique. Microcentre unicorpusculaire dans une cellule, bicorpusculaire dans l'autre. Corps intermédiaire et formations particulières. Diamètre du noyau quatre fois plus petit que celui de la cellule.
28. Disposition inversement symétrique des deux sphères (fig. 11). Microcentre à deux corpuscules inégaux.
29. Rien de spécial.

C. Situation absolument périphérique.

30. Microcentre unicorpusculaire.
31. Microcentre unicorpusculaire (?)
- 32, 33. Deux petites cellules jumelles. Microcentre unicorpusculaire (?)
34. Astrosphère à rayons multiples. Microcentre bicorpusculaire.
- 35, 36, 37. Trois figures identiques correspondant chacune à un tétraspirème, renfermant chacune un ou deux astrosphères périphériques, avec microcentre uni ou bicorpusculaire (fig. 10).
38. Cellule au repos parfait. Astrosphère absolument périphérique (fig. 14).
39. Dispirème. Dans l'une des deux cellules-filles, astrosphère absolument périphérique (fig. 9).
40. Deux cellules jumelles dont le noyau est en voie de reconstitution (télaphase d'Heidenhain), et qui sont unies par un pont avec corpuscule intermédiaire. L'une des cellules a une situation périphérique.
- 41, 42. Dispirème.
- 43, 44. Dispirème ou télaphase.

D. Situation centrale.

45. Astrosphère vers le milieu de la cellule.
46. Astrosphère centrale; noyau périphérique.

Ces observations me permettent de tirer les conclusions suivantes :

En premier lieu, malgré la grandeur du corps cellulaire des éléments séminaux de la scolopendre, et la petitesse relative du noyau qui, le plus souvent, n'atteint pas la moitié du diamètre de la cellule, et fréquemment, dans les plus gros éléments cellulaires, a même un diamètre inférieur au quart de l'élément, il est exceptionnel de voir la sphère et le microcentre occuper le centre de la cel-

lule (cas D, 45 et 46), bien que le centre soit laissé libre par le noyau qui est rejeté plus ou moins loin vers la périphérie.

Inversement, dans des cellules volumineuses, le noyau est à peu près central, et le microcentre ainsi que l'aster sont appliqués sur lui plus ou moins exactement, ou en sont plus ou moins éloignés (cas A, 9 et 10 ; cas B, 26, 27, etc.). L'aster et le microcentre y contenu peuvent même occuper une situation entièrement périphérique (cas C, 38).

Je ne relève que les cas précédents, mais il sera facile au lecteur d'en trouver soit dans mes figures, soit dans le tableau ci-dessus, d'autres qui sont contraires à la loi qu'Heidenhain a établie pour les cellules lymphatiques.

Si, laissant de côté nos observations, nous examinons au même point de vue celles des différents auteurs qui ont étudié la question du corpuscule central, nous voyons également que cette loi est loin d'avoir une valeur générale. Remarquons que pour en éprouver le mieux possible l'exactitude, il faudra de préférence s'adresser aux observations qui portent sur des cellules volumineuses, où le microcentre et la sphère peuvent se loger aisément au centre de la cellule.

Le nombre des figures que l'on peut invoquer à l'appui de la thèse d'Heidenhain ou pour la combattre est, du reste, fort limité.

Sont favorables à la loi d'Heidenhain toutes les observations portant sur les phénomènes de la fécondation de l'œuf, lesquels constituent, il est vrai, un cas bien spécial. En faveur de cette même loi, on peut produire encore les faits observés sur les cellules pigmentaires. Solger (91) représente la sphère des chromatoblastes du brochet située exactement au centre de la cellule, ayant à côté d'elle un, deux ou plusieurs noyaux ; Zimmermann (93), Ballowitz (93) de même. A l'appui de l'opinion d'Heidenhain se placent aussi les figures de Bürger (91).

Il y a, au contraire, bien des données défavorables à la manière de voir d'Heidenhain. Dans les figures d'Henneguy, par exemple (91), le noyau étant beaucoup plus petit que la moitié du diamètre cellulaire, la sphère est néanmoins appliquée sur ce noyau ; c'est ce dernier et non la sphère qui occupe le centre de

la cellule (fig. 5 et 12). Il résulte aussi des dessins de Guignard (91) que les sphères ne sont pas nécessairement placées au centre de la cellule, alors même que le noyau, plus petit que la moitié du diamètre cellulaire, laisse libre le centre (fig. 28, 41, 94, 102, 103); par contre, il est vrai, Guignard donne des figures montrant que les sphères peuvent occuper une situation constante dans la cellule, le noyau étant périphérique (fig. 44), de même qu'il en fournit faisant voir qu'en cas de noyau plus grand que la moitié du diamètre cellulaire, les sphères sont accolées à ce noyau (fig. 29, 30). Dans les dessins du mémoire de Balbiani, le noyau vitellin occupe le plus souvent dans la cellule une situation excentrique ou même tout à fait périphérique (par exemple pl. III, fig. 21), alors qu'il aurait pu se loger au centre de la cellule.

En définitive, la question de la position du microcentre et de l'astrosphère et de leurs rapports avec le noyau est encore de celles qu'il me paraît bon de réserver, puisque s'il y a des observations favorables à la thèse d'Heidenhain, il en est aussi qui lui sont contraires. D'ailleurs, il est certain, et Heidenhain le remarque lui-même, que le microcentre et la sphère se déplacent à l'intérieur de la cellule; la position juxtanucléaire de ce microcentre ne serait, par exemple, suivant l'auteur, que secondaire. Des déplacements de ce genre se produisent certainement au début de la mitose. Or, nous n'avons aucun critérium pour fixer sûrement le moment où la mitose débute. Par conséquent nous pouvons comparer entre elles, au point de vue du siège du microcentre, des cellules qui ne sont pas comparables, puisque les unes peuvent être au repos absolu, à l'état statique, tandis que dans les autres l'état dynamique de la cinèse existera déjà, quoique masqué pour nous. C'est là une réserve à laquelle je sou mets naturellement mes observations mêmes: il se peut que l'aspect extérieur d'une cellule m'en ait imposé pour un état de repos absolu, alors que la cellule était déjà en activité cinétique.

§ III. — LES TÉLOPHASES ET LA TÉLOKINÈSE DE M. HEIDENHAIN.

M. Heidenhain rassemble sous le nom de télokinèse certains mouvements du noyau et du microcentre qui s'effectuent vers la fin de la mitose et qui ont un effet bien déterminé. Les stades pendant lesquels la télokinèse se produit marquent la fin de la mitose et peuvent, par suite, être appelés télophases. L'effet de ces mouvements est d'amener à la fin des télophases les microcentres des cellules-filles dans une situation tout à fait différente de celle qu'ils avaient au début, c'est-à-dire à la période du dispirème. A cette période, en effet, le microcentre était placé au côté polaire du noyau, entre ce noyau et la périphérie de la cellule. La télokinèse l'amène au côté équatorial, entre le noyau et la limite intercellulaire. De plus, tandis que le microcentre, à la période de dispirème, occupait dans la cellule une position périphérique, le noyau étant plus central, le noyau devient périphérique et le microcentre prend une situation centrale pendant les télophases. Quant à la façon dont ces mouvements s'exécutent, ils sont dus à un allongement du groupe des filaments polaires du mitome et à un raccourcissement des filaments les plus tendus, c'est-à-dire de ceux qui s'étendent au loin par-dessus le noyau. Les mouvements qui se font encore après l'anaphase sont complètement conformes à la loi de tension du mitome centrique, et les migrations du microcentre, comme aussi celles du noyau, ont uniquement leur cause dans l'équilibration poussée aussi loin que possible des différences de tension des rayons organiques ; c'est seulement après la réalisation de l'équilibre qu'est atteinte la situation de repos du mitome (p. 524 et suiv.).

C'est ainsi que l'auteur explique la façon dont le microcentre et l'astrosphère qui l'entoure viennent se placer vers le centre de la cellule, déprimant même le noyau et produisant la forme en bissac bien connue (fig. 88, schéma).

Quant au mouvement qui transporte le microcentre du côté polaire au côté équatorial du noyau et qui le rapproche du corpuscule intermédiaire, il consiste dans une véritable migration du microcentre, dans un déplacement de 180° tout autour du noyau.

On peut surprendre le microcentre à tous les moments de sa migration, comme l'auteur le montre dans les figures 21-24, 43-47, et comme il l'explique par la série des schémas de la figure 89. Mais en dehors de la constatation des positions variables occupées par les microcentres dans les nombreuses cellules qu'il a examinées, Heidenhain n'apporte aucun fait positif à l'appui de la migration, et le mécanisme qu'il suppose n'a aucune base objective et n'est représenté que par les flèches qui indiquent dans ses schémas le sens de la migration.

J'ai constaté aussi le déplacement du microcentre, dont on peut bien se rendre compte en examinant des cellules jumelles du testicule de la scolopendre. Mais, de plus qu'Heidenhain, j'ai observé un détail de structure qui peut mettre sur la voie du mécanisme de la migration, et que j'ai représenté dans un travail antérieur ¹. « Le reste fusorial, est-il écrit dans ce travail, se continue dans chacune des cellules-filles par une traînée sombre qui passe toujours pour l'une des cellules sur le flanc gauche du noyau, pour l'autre cellule sur le flanc droit du noyau correspondant, de telle sorte que l'axe du bicône (reste fusorial) prolongé dans l'une et l'autre cellule *a* et *b* unirait le côté droit du noyau *a* au côté gauche du noyau *b*, ou réciproquement. La traînée sombre dont il vient d'être question se prolonge encore du côté gauche ou droit sur le pôle du noyau correspondant, qu'elle contourne, pour se perdre enfin sur le côté opposé droit ou gauche ou même revenir presque au point de départ, entourant ainsi le noyau d'un anneau presque complet. La bande périnucléaire ainsi formée est d'ailleurs continue ou non ; elle peut être fragmentée en un certain nombre de nodules » (p. 299).

Je fais observer maintenant que si le microcentre dans chacune des cellules-filles suit le chemin de la bande périnucléaire dans sa migration autour du noyau, ce chemin le conduit précisément à la position exacte qu'il occupe définitivement, à une distance variable d'ailleurs de sa position première. Il ne suffit pas, en effet, pour préciser la situation définitive du microcentre, de

1. *Contribution à l'étude de la division cellulaire. Le corps intermédiaire de Flemming dans les cellules séminales de la Scolopendre et de la Lithobie* (Arch. de physiologie. 1892. [Fig. 1-6].)

dire qu'il vient se placer à la face équatoriale du noyau. Les microcentres des deux cellules-filles ne sont pas seulement symétriques par rapport à la limite intercellulaire (plan équatorial de la figure de division), ils sont encore habituellement inversement symétriques par rapport à l'axe qui joint les noyaux des cellules-filles (axe de la figure de division), l'un étant situé à droite, l'autre à gauche de cet axe.

Je dois ajouter immédiatement que, dans certains cas, les microcentres n'offrent pas cette situation inversement symétrique ; ce qui tient à ce que la bande foncée de protoplasme dont il vient d'être question ne contourne pas en sens inverse l'un et l'autre noyau-fille, mais demeure sur le même côté de l'un et de l'autre noyau. La situation unilatérale de la bande foncée protoplasmique et la position symétrique mais non inverse des microcentres sont deux faits concomitants d'observation.

La bande foncée de protoplasme, dont je viens de parler, a été observée avant moi par d'autres auteurs, Henking (91) par exemple, et interprétée aussi de la même façon, c'est-à-dire comme vestige de fuseau en voie de régression. Il n'est pas impossible que la sphère annulaire périnucléaire de Mèves, l'anneau vitellin de van Bambeke soient des formations analogues.

La direction oblique du reste du fuseau et de la bande qui lui succède, passant au côté droit de l'un des noyaux-fils et au côté gauche de l'autre, a été aussi notée et figurée (voir La Valette Saint-George [86], Carnoy [86 et 87], Platner [85 et 86], Henking [91, fig. 66 et 67]. On a aussi représenté à plusieurs reprises la situation oblique des noyaux sur l'axe (La Valette, 87, fig. 59).

D'autre part, l'autre disposition, où la bande foncée et aussi le reste du fuseau qui la précède dans son développement sont placés d'un seul côté des deux noyaux-fils, a été observée et représentée plusieurs fois. Platner en donne plusieurs figures dans son travail sur la karyokinèse des lépidoptères (86). La disposition unilatérale du fuseau paraît être la règle dans les divisions cellulaires des épithéliums ; on y voit même le milieu du fuseau correspondant à la limite intercellulaire se déplacer jusque contre la surface de l'épithélium ; c'est ce que Platner (86) et Nicolas

(91 et 92) ont observé dans l'épithélium de l'épididyme de la souris, dans le rein de la larve de la salamandre et dans le rein primitif des mammifères.

Quant à l'interprétation qu'il convient de donner de la bande sombre périnucléaire, j'ai dit déjà que je la considérais comme le vestige du fuseau. Quant à son rôle, elle me paraît être la voie suivie par le microcentre dans son mouvement de rotation autour du noyau ; peut-être cette bande, formée d'un protoplasma condensé, de structure particulière, est-elle même l'agent de ce mouvement ?

La nature des déplacements du microcentre me paraît plus complexe qu'Heidenhain ne se la représente. Cet auteur pousse le microcentre à travers le corps cellulaire comme une espèce de mobile auquel il fait même déprimer la surface du noyau. Ailleurs cependant, toujours d'après Heidenhain, le microcentre n'est plus un mobile, mais il sert de *punctum insertionis* ou de centre d'insertion (*Insertionsmittelpunkt*) à une grande quantité de fils cellulaires radiés, contractiles (p. 498). On se représente difficilement comment ce *point d'insertion*, par la contraction de la cellule, c'est-à-dire par le raccourcissement synergique de tous les fils du mitome qui constitue cette cellule, peut devenir *mobile* à l'intérieur de la cellule.

Les changements de rapport que les sphères et les corpuscules centraux éprouvent à l'intérieur de la cellule, quand celle-ci passe de l'état cinétique au repos, n'ont pas échappé à différents observateurs. Ainsi dans le travail de Guignard (91), les sphères ont passé, si l'on compare les figures 102 et 103, du pôle au côté latéral du noyau, et se trouvent avoir précisément dans la figure 103 la situation où M. Heidenhain et moi les observons pendant la télékinèse. « La position des sphères, dit Guignard (p. 269), peut changer pendant l'état de repos. Lorsque la division du noyau vient d'avoir lieu, elles se trouvent à la place correspondant au pôle de la figure de division ; mais, plus tard, on les trouve souvent en un autre point. Ce changement de position peut être observé, plus facilement peut-être qu'ailleurs, dans les poils staminaux du *Tradescantia* en voie de développement (fig. 102 à 105). »

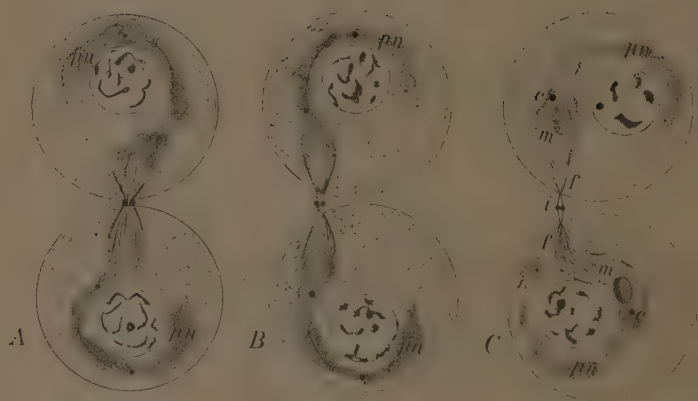
Flemming, d'autre part, a trouvé que les plans des deux noyaux-filles qui sont, au début, parallèles, deviennent plus ou moins obliques l'un sur l'autre. C'est aussi ce que, d'après Mèves (93), l'on peut aisément constater dans les spermatogonies de la salamandre; car de deux noyaux-filles au stade de dispirème, l'un est vu de profil, l'autre de face, si bien que leurs plans sont perpendiculaires entre eux. Cette torsion peut être poussée plus loin, à tel point que le côté polaire du noyau arrive à être tourné vers le plan de division (p. 16). Mèves admet cependant (fig. 2) que la sphère peut occuper primitivement le côté équatorial d'une cellule; c'est qu'elle dérive alors du retrait et de la contraction de la moitié correspondante de la figure de division, qui devient du côté de l'équateur de cette figure la majeure partie de la sphère. Benda (93) parle aussi d'une migration de 90° effectuée par la masse chromatique dans les spermatocytes de la salamandre; cette masse vient alors se placer transversalement à côté du reste fusorial (p. 165).

§ IV. — LE CORPUSCULE INTERMÉDIAIRE ET LE RESTE DU FUSEAU.

J'ai représenté dans la planche II quelques dessins relatifs au corpuscule intermédiaire et au reste du fuseau, destinés à montrer quelques faits sur lesquels Heidenhain, dans son récent travail, attire l'attention.

J'ai indiqué déjà dans le paragraphe précédent de ce travail que dans les derniers temps de la division, pendant les télophases, en d'autres termes, il existe, dans les cellules séminales de la scolopendre une bande plus sombre, vue déjà ailleurs par Henking (91), que j'ai appelée dans ma note préliminaire bande périnucléaire à cause de sa situation par rapport au noyau. Cette bande correspond vraisemblablement à la « sphère annulaire » de Mèves (91) que Benda (91 et 93) a retrouvée, et qu'il a appelée « archiplasma »; elle est peut-être aussi identique à « l'anneau vitellin » ou « zone palléale » décrit par van Bambeke autour de la vésicule germinative de *Scorpena scrofa* (93) et que van Bambeke rapproche de formations analogues trouvées par d'autres auteurs, tels que Scharf, Henneguy. Mèves a fait connaître

Fig. 1



ce fait, à mon avis très intéressant, que, dans les spermatogonies des salamandres de printemps, on voit, lorsque le noyau passe de l'état polymorphe à la forme ronde, la sphère se contracter en un amas situé en un point de la périphérie du noyau.

Par son aspect sombre, et aussi par sa situation, cette bande périnucléaire ressemble à ce que M. Heidenhain décrit dans les cellules géantes de la moelle des os sous le nom de « couche moyenne de l'exoplasma ».

FIG. 1. — *Figures demi-schématiques destinées à montrer l'état des cellules-filles pendant les télophases.*

A et B. Migration du corpuscule central et rotation du noyau, suivant le sens des flèches. Dans chaque cellule-fille, le corps central est représenté dans les deux positions qu'il occupe successivement. En *pn*, la bande sombre périnucléaire. A et B diffèrent par le trajet de la bande périnucléaire. En A elle passe à droite de l'un des noyaux-filles, à gauche de l'autre; en B elle passe, pour l'un et l'autre noyau, du même côté.

C. Diverses formations existant dans la cellule à la fin de la division. *pn*, bande périnucléaire. — *m*, mitosome formé aux dépens d'un fragment de cette bande. — *c*, corpuscule central. — *i*, corps intermédiaire. — *f*, reste fusorial.

Dans les figures jointes à ce travail (fig. 1, 29, 32), on peut voir qu'il existe autour du noyau une bande sombre qui prolonge dans chaque cellule jumelle le reste du fuseau. Cette bande a le plus souvent le trajet suivant : suivie à partir de la limite intercellulaire et du corps intermédiaire (au cas où ce dernier est visible), elle s'enfonce dans l'une des cellules, passe sur l'un des côtés du noyau, fait le tour de celui-ci qu'elle environne d'un cercle presque complet; la figure ainsi décrite est celle d'un ? dans la boucle duquel le noyau serait inscrit. Dans l'autre cellule, le trajet de la bande périnucléaire est le même; mais, si dans la cellule précédente elle passait d'abord au côté droit du noyau, c'est ici le côté gauche du noyau correspondant qu'elle aborde tout d'abord (voir aussi les schémas de la figure 1).

La bande périnucléaire a le plus souvent un aspect moniliforme et se montre alternativement étranglée et épaissie. Elle est le plus souvent douée d'une plus grande coloration au niveau des épaississements, déjà parce qu'il y a ici plus de substance colorable et aussi peut-être parce que cette substance, modifiée chimiquement, possède une colorabilité plus considérable. Je crois

que les « mitosomes » de Platner et de Henking ne sont autre chose que ces épaississements plus colorés de la bande périnucléaire. Je ne veux pas dire par là que la notion du mitosome n'a aucune valeur et que cette formation est absolument contingente. Tout au contraire, je pense qu'il ne se produit habituellement qu'un seul corps particulier, dérivant de la bande périnucléaire, qui mérite le nom de mitosome. Ce corps est situé au côté équatorial du noyau, à une plus ou moins grande distance de la limite intercellulaire (fig. 24 et 26). Le « corps accessoire » ou « noyau accessoire » (*Nebenkörper*, *Nebenkern*) des spermatocytes du cobaye doit sans doute aussi son origine à la même formation ; j'entends parler ici seulement de la partie de ce noyau accessoire qui n'est pas particulièrement chromatique (fig. 17 et 18). Dans cette figure, ce corps, qui correspond vraisemblablement au mitosome de la scolopendre représenté (fig. 23, 24 et 26), occupe une situation polaire par rapport au noyau ; mais on peut aussi le trouver sur le flanc de ce dernier. En somme, le mitosome participe avec le microcentre des déplacements que subit ce dernier pendant la télokinèse, déplacements dont il a été question au paragraphe précédent. C'est ce qui explique qu'on peut le trouver en différents points du pourtour du noyau.

Je pense que le corps intermédiaire représente dans la plaque cellulaire plus spécialement cette partie que Carnoy a nommée plaque fusoriale, et qui est constituée sur le trajet du fuseau ou de son vestige (fig. 33). Dans la figure 28, la région fusoriale de la plaque cellulaire est bien distincte de l'autre région appelée plaque complétive par Carnoy. De même dans la figure 27, elle se délimite nettement du reste de la plaque cellulaire par deux grains qui correspondent à la coupe de ses bords. C'est pour avoir vu à peu près toutes les formes de passage entre la plaque fusoriale et le corps intermédiaire, au point de vue du nombre des grains qui les composent, que je considère ce corps comme une forme réduite de plaque fusoriale. Plusieurs de ces formes de passage se trouvent figurées dans un travail précédent (92 d) ; elles ont été d'autre part constatées par v. Kostanecki (92 b).

Dans le même travail (92 d, p. 304, fig. 3 et 4), j'ai signalé le dédoublement, ou plutôt la délamination du corps intermédiaire

en reproduisant des figures qui, comparées à celles de Henking (92, fig. 66, 67), montrent que nous avons eu sous les yeux des images semblables. Depuis lors, un certain nombre d'auteurs ont aussi observé ce dédoublement, par exemple v. Kostanecki (92), Lustig et Galeotti (93), Heidenhain (94, fig. 43).

On peut également trouver dans le même mémoire (92 d) cette assertion que le corps intermédiaire pourrait bien avoir la forme d'un anneau : « Entre les corps intermédiaires accessoire et principal, le reste fusorial, de forme plus ou moins cylindrique, paraît éprouver un resserrement, comme si le corps intermédiaire était un anneau d'étranglement faisant le tour du reste fusorial (fig. 4, p. 300). » Cette figure 4 est ici reproduite sous le numéro 26. Heidenhain a émis depuis la même opinion au sujet de la forme probable du corps intermédiaire, avec cette variante (que je ne puis admettre) que l'anneau serait une seconde partie constitutive du corps intermédiaire de Flemming, indépendante des granules.

Dans le paragraphe qu'il consacre au corps intermédiaire et à la destinée du fuseau central, Heidenhain se pose la question de savoir si les tiges d'union très grêles qu'il représente entre deux cellules-filles (fig. 44-47) contiennent bien les parties moyennes de toutes les fibres du fuseau central, sans pouvoir trancher la question (p. 529). Cela tient à ce que Heidenhain n'a observé que des stades très avancés de la régression du fuseau central. J'ai, au contraire, eu sous les yeux des formes nombreuses de reste fusorial, intermédiaires entre un fuseau central large encore, et pourvu de filaments bien distincts, et une tige mince et homogène. J'ai représenté deux de ces formes. Dans la figure 35, on voit le fuseau central, étranglé dans sa partie moyenne, formé à ce niveau d'un faisceau de filaments épais, qui se dissocient à leurs extrémités en leurs éléments constitutants, c'est-à-dire en fibrilles plus fines ; le tout était coloré en violet intense (par le procédé de Flemming), le reste du fuseau central étant demeuré incolore. Il n'y a pas de doute que l'on a ici affaire au début de ce processus agglutinatif qui accole les fibres du fuseau et qui en a déjà fait, à ce stade, des filaments épais, composés chacun d'un certain nombre de fibres. L'accentuation de ce processus donne

lieu à des images telles que celle de la figure 34, où tous les filaments sont confondus en une tige homogène, qui ne devient fasciculée qu'à ses deux extrémités. .

La coloration particulière (violette dans le cas de la figure 35, rose amarante dans celui de la figure 34) peut être expliquée de plusieurs manières.

Elle peut être due tout d'abord à ce que le reste du fuseau ne correspond pas au seul fuseau central, mais renferme encore vraisemblablement les restes des « filaments réunissants ». Or, ces filaments dérivent, on l'admet généralement, et nous partageons absolument cette opinion, des chromosomes du noyau ; elle est la trace que laissent entre eux les deux éléments-fils, lors de leur écartement vers les pôles. On a suivi, il est vrai, la transformation de ces filaments assez loin pour savoir que de chromatiques qu'ils étaient, ils deviennent, au bout d'un certain temps, achromatiques ; mais il est possible que la transformation ne se fasse pas et que le reste du fuseau demeure chromatophile.

D'autre part, la coloration en question peut être attribuée à une modification chimique que subit la partie moyenne du fuseau central.

Enfin elle peut être purement artificielle. Avant d'invoquer en effet une transformation chimique comme cause de cette différence de coloration qui est surtout une augmentation de coloration par rapport au reste du fuseau central, il faudrait peut-être songer à une influence du milieu extérieur produisant un changement de constitution moléculaire. J'ai observé en effet, et d'autres certainement ont fait cette observation aussi, que les bords d'une pièce destinée à un examen microscopique, d'un muscle par exemple, fixée par le liquide de Flemming et colorée par un procédé de double ou de triple teinture, prennent une coloration différente de celle qu'offrent les parties centrales ; et à l'examen de telles préparations il est évident que c'est bien la section pratiquée dans la pièce qui a produit cet effet, soit en agissant mécaniquement en tant qu'incision, soit en mettant en contact les éléments anatomiques avec un nouveau milieu, l'air extérieur. Ici on paraît invoquer une cause analogue, puisque de

par le fait de l'étranglement qui sépare les deux cellules-filles et qui se prononce de plus en plus, le fuseau central, jusqu'alors intra-cellulaire, prend contact avec le milieu ambiant.

CONCLUSIONS.

Il peut exister dans un « microcentre » (Heidenhain) plusieurs corpuscules centraux.

Ceux-ci peuvent être de volume inégal.

La coloration faible et le gonflement évident de certains corpuscules donnent à penser qu'il s'agit d'éléments dégénérés.

Les corpuscules centraux d'un même microcentre sont reliés entre eux par des ponts de substance (centrodesmose d'Heidenhain).

L'origine des corpuscules centraux n'est pas encore élucidée. La théorie de la permanence du corps central dans le protoplasma et celle de la provenance nucléaire de cette formation sont l'une et l'autre passibles d'objections. En présence de cet état de la science, je me permets de proposer l'hypothèse suivante pour l'origine et la signification du corps central : cet élément est élaboré par le protoplasma et représente l'excédent chromatique, idioplasmique, qui faute de pouvoir se loger dans le noyau, où la chromatine déposée est au complet dans une cellule parvenue à son apogée, demeure dans le protoplasma et y provoque la division cellulaire.

La loi posée par Heidenhain, relativement à la situation des corpuscules centraux et des sphères dans les cellules au repos, n'est pas générale.

Il existe, comme Heidenhain l'admet, une phase ultime de la caryocinèse (télophase), où il se produit des déplacements de la sphère et du noyau (télokinèse).

Le reste du fuseau comprend : une bande sombre (bande périnucléaire), dans laquelle s'individualise le mitosome ; un bicône

fusorial ; le corps intermédiaire. Celui-ci peut avoir la forme d'un anneau ; il présente un nombre variable de grains ; il est susceptible de délamination.

Les faits précédents sont le résultat de l'observation des éléments séminaux de la scolopendre (*Scolopendra morsitans*) et accessoirement du cobaye. Ils ont été exposés déjà, sous une forme plus abrégée, dans des travaux antérieurs (1892).

Nancy, le 1^{er} août 1894.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

79. FOL, *Recherches sur la fécondation*, etc. (Mém. de la Soc. phys. Genève, 1879.)

C. K. HOFFMANN, *Zur Ontogenie der Knochenfische*. (Verh. der Kon. Akad. van Wetenschappen. Bd XXI. 1881.)

81. MARK, *Maturation, fecundation and segmentation of Limax campestris* (Bull. of the Mus. of comp. Zool., Harvard College. Vol. VI. Cambridge, Massach. 1881.)

82. FLEMING, *Beiträge zur Kenntniss der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen*. (Arch. für mikr. Anat. Bd XX. 1882.)

83. BALBIANI, *Sur l'origine des cellules du follicule et du noyau vitellin de l'œuf chez les Géophiles*. (Zool. Anzeiger. Bd VI. 1883.)

E. VAN BENEDEN, *Recherches sur la maturation de l'œuf et la fécondation*. (Arch. de biologie, t. IV. 1883.)

84. BELLONGI, *La Caryocinèse dans la segmentation de l'œuf de l'azotoll*. (Arch. ital. de biologie, t. VI, et Giorn. dell' Accad. dei Lincei. 1884.)

85. CARNOY, *La Cytodièrese chez les Arthropodes*. (La Cellule, t. I. 1885.)

86. CARNOY, *La Cytodièrese de l'œuf*. (La Cellule, t. III. 1886 et 1887.)

PLATNER, *Ueber die Befruchtung bei Arion empiricorum*. (Arch. für mikr. Anat., Bd XXVII. 1886.)

PLATNER, *Die Karyokinese bei den Lepidopteren*. (Intern. Monatsschrift, Bd III. 1886.)

VON LA VALETTE SAINT-GEORGE, *Spermatologische Beiträge*. II. (Arch. für mikr. Anat., Bd XXVII. 1886.)

87. VAN BENEDEN et NEYT, *Nouvelles recherches sur la fécondation et la division mitotique chez l'ascaride mégalocephale*. (Bull. Ac. roy. Sc. de Belgique, 3^e Série, t. XIV, 1887.)

BOVERI, a) *Zellenstudien*. H. I. *Die Bildung der Richtungskörper bei Ascaris megalocéphala und Ascaris lumbricoïdes*. (Ienaische Zeitschrift für Naturw., Bd XXI, 1887, et à part; Iena, Fischer.)

b) *Ueber den Anteil des Spermatozoon an der Teilung des Eies*. (Sitz.-Ber. d. Ges. f. Morph. u. Phys. in München, Bd III, H. 3. 1887.)

FLEMING, *Neue Beiträge zur Kenntnis der Zelle* (Arch. für mikr. Anat., Bd XXIX, 1887.)

SCHIEWIAKOFF, *Ueber die karyokinetische Kernteilung der Englypha alveolata*. (Morph. Jahrbuch, Bd XIII. 1887.)

VEJDovsky, *Zráni, optozeni a rýhování vajíčka*. V. Prague. 1887.

VIALLETON, *Développement de la Seiche*. (Zool. Anzeiger, n^o 256. 1887.)

88. BÖHM, *Ueber Reifung und Befruchtung des Eies von Petromyzon Plateri*. (Arch. für mikr. Anat., Bd XXXII. 1888.)

BOVERI, a) *Ueber partielle Befruchtung*. (Sitz. d. Ges. f. Morph. und Phys. in München. 1888.)

b) *Zellen-Studien*. H. 2. *Die Befruchtung und Teilung des Eies von Ascaris megalocephala*. (Ienaische Zeitschr. für Naturw., Bd XXII, 1888, et à part; Iena, Fischer.)

c) *Ueber den Anteil des Spermatozoon, etc.* (Sitz. d. Ges. f. Morphol. und Phys. in München. 1888.)

GARNAULT, *Sur les phénomènes de la fécondation chez l'Helix aspersa et l'Arion empiricorum* (Zool. Anzeiger, n° 296-297. 1888.)

VEJDOVSKY, *Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen*. H. 1. *Reifung, Befruchtung und Furchung des Rhynchelmiseies*. (Prague. 1888.)

VIALLETON, *Recherches sur les premières phases du développement de la Seiche*. (Thèse de Paris et Ann. des sc. naturelles. 1888.)

WALDEYER, *Ueber Karyokinese und ihre Beziehungen zu den Befruchtungsvorgängen*. (Arch. für mikr. Anat., Bd XXXII. 1888.)

89. AGASSIZ et WHYTMANN, *The development of osseous fishes*. Part I. *The history of the egg from fertilization to cleavage*. (Mem. of the Mus. of comp. zool. 1889.)

HERMANN, *Beiträge zur Histologie des Hodens*. (Arch. f. mikr. Anat., Bd XXXIV. 1889.)

ISHIKAWA, *Vorläufige Mittheilung über die Conjugationserscheinungen bei den Noctiluceen*. (Zool. Anzeiger. 1889, n° 5.)

KÖLLIKER, *Equivalent der Attractionssphären E. van Beneden's bei Siredon* (Anat. Anzeiger. 1889, n° 5).

PLATNER a) *Beiträge zur Kenntniss der Zelle und ihrer Theilung*. I-III. (Arch. f. mikr. Anat. Bd XXXIII, 1889.)

b) *Beiträge zur Kenntniss der Zelle und ihrer Theilung*. IV; V. *Samenbildung und Zellentheilung im Hoden der Schmetterlinge*. VI. *Die Bildung der ersten Richtungsspindel bei Aulastomum*.

RABL, *Ueber Zelltheilung*. (Anat. Anzeiger. 1889, n° 1, et Morph. Jahrbuch. Bd X. 1889.)

VERSION, *La spermatogenesi nel Bombyx mori*. (Padoue, 1889.)

DE VRIES, *Intracelluläre Pangenesis*. (Iena, 1889.)

90. AGASSIZ et WHYTMANN, *The development of osseous fishes*. II. *The proembryonic stages of development*. Part I. *The history of the egg from fertilization to cleavage*. (Mem. of the Mus. of comp. Zool. 1890.)

BOVERI, *Zellenstudien*. H. 3. *Ueber das Verhalten der chromatischen Kernsubstanz bei der Bildung der Richtungskörper und bei der Befruchtung*. (Ienaische Zeitschr. für Naturw., Bd XXIV, 1890, et à part; Iena, Fischer.)

HERMANN, *Die Entstehung der karyokinetischen Spindelfigur*. (Münchener med. Wochenschrift. 1890.)

HENKING, *Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorgänge in den Eiern der Insekten*. I. *Das Ei von Pieris brassicae nebst Bemerkungen über Samen und Samenbildung*. (Zeitschr. für wiss. Zool., Bd XLIX. 1890.)

O. HERTWIG, *Vergleich der Ei- und Samenbildung bei Nematoden*. (Arch. für mikr. Anat. Bd XXXVI. 1890.)

LÖWENTHAL, *Die Befruchtung, Reifung und Theilung des Eies von Oxyuris ambigua*. (Intern. Monatsschrift für Anat. u. Phys., Bd VII. 1890.)

O. SCHULTZE, *Ueber Zelltheilung*. (Sitz. d. Würzb. phys.-med. Gesells. 1890.)

SOLGER, *Ueber pigmentirte Zellen und deren Centralmasse*. (Mitth. d. Natur. Ver. von Neuvorpommern und Rügen, Bd XXII. 1890.)

WALDEYER, *De la Karyokinèse et de ses rapports avec le processus de la fécondation*. (Bull. sc. de la Fr. et de la Belgique, XXII. 1890.)

91. VAN BAMBEKE et VAN DER STRICHT, *Caryomitose et division directe des cellules à noyau bourgeonnant à l'état physiologique*. (Verh. d. anat. Ges. et Ann. de la Soc. de méd. de Gand. 1891.)

BENDA, *Neue Mittheilungen über die Entwicklung der Genitaldrüsen und über die Metamorphose der Samenzellen*. (Verh. d. phys. Ges. Berlin. 1891.)

H. BLANC, *Note préliminaire sur la maturation et la fécondation de l'œuf de la truite*. (Bull. de la Soc. vaudoise des sc. natur., vol. XXVII. 1891.)

BÖHM, *Die Befruchtung des Forelleneies*. (Sitz. d. Ges. f. Morph. und Phys. München, 1891.)

BÜRGER, *Ueber Attraktionssphäre in den Zellkörpern einer Leibesflüssigkeit*. (Anat. Anzeiger, Bd VI. 1891.)

FLEMMING, a) *Attraktionssphären und Centralkörper in Gewebszellen und Wanderzellen*. (Anat. Anzeiger. 1891, n° 3.)

b) *Ueber Zelltheilung*. (Verh. d. anat. Ges. in München. 1891.)

c) *Neue Beiträge zur Kenntniss der Zelle. II*. (Arch. für mikr. Anat., Bd XXXVII. 1891.)

d) *Ueber Theilung und Kernformen bei Leukocyten und über deren Attraktionssphären*. (Arch. für mikr. Anat., Bd XXXVII. 1891.)

FOL, a) *Contribution à l'histoire de la fécondation*. (C. r. Acad. sc., t. CXII. 1891.)

b) *Die « Centrenquadrille », eine neue Episode aus der Befruchtungsgeschichte*. (Anat. Anzeiger, Bd VI. 1891.)

GUIGNARD, a) *Sur l'existence des sphères attractives dans les cellules végétales*. (C. r. Acad. Sc., T. CXII. 1892.)

b) *Nouvelles études sur la fécondation*. (Ann. d. sc. natur., t. XIV. 1891.)

M. HEIDENHAIN, *Ueber die Centralkörper und Attraktionssphären der Zellen*. (Anat. Anzeiger, n° 14-15. 1891.)

HENKING, a) *Ueber plasmatische Strahlungen*. (Verh. d. deutsch. zool. Ges., I. 1891.)

b) *Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorgänge in den Eiern der Insekten. II. Ueber Spermatogenese und deren Beziehung zur Entwicklung bei Pyrrhocoris apterus*. (Zeitschr. für wiss. Zool., Bd LI. 1891.)

HENNEGUY, *Nouvelles recherches sur la division cellulaire indirecte*. (Journ. de l'Anal. et de la Phys., t. XXVII. 1891.)

HERMANN, *Beitrag zur Lehre von der Entstehung der karyokinetischen Spindel*. (Arch. für mikr. Anat., Bd XXXVII. 1891.)

O. HERTWIG, *Ueber pathologische Veränderungen des Kerntheilungsprozesses in Folge experimenteller Eingriffe*. (Intern. Beitr. z. wiss. Med. Festschr. f. R. Virchow. Berlin. 1891.)

HEYMONS, *Die Entw. der weiblichen Geschlechtsorgane von Phylodromia (Blatta) Germanica* (Zeitschr. für wiss. Zool., Bd LIII. 1891.)

ISHIKAWA, *Vorläufige Mittheilungen über die Conjugationserscheinungen bei den Noctiluceen.* (Zool. Anzeiger. 1891.)

Studies of reproductive Elements. I. (Journ. of the Sc. College Imper. Univ. Tokio. Vol. V, part I. 1891.)

MÉVES, *Ueber amitotische Kerntheilung in den Spermatogonien des Salamanders und Verhalten der Attraktionssphäre bei derselben.* (Anat. Anzeiger, Bd VI, n° 22. 1891.)

NICOLAS, *Contribution à l'étude des cellules glandulaires. 1. Les éléments des canalicules du rein primitif chez les Mammifères.* (Intern. Monatsschrift f. Anat. u. Phys., Bd VIII. 1891.)

RÜCKERT, *Zur Befruchtung des Selachiereies.* (Anat. Anzeiger. 1891, n° 11.)

C. SCHNEIDER, *Untersuchungen über die Zelle.* (Arb. aus dem zool. Inst. zu Wien, Bd IX, H. 2. 1891.)

SOLGER, *Zur Kenntniss der Pigmentzellen.* (Anat. Anzeiger. 1891, n° 6.)

Ueber die Pigmenteinschlüsse in der Attraktionssphäre ruhender Chromatophoren. (Anat. Anzeiger. 1891, n° 9-10.)

VEJDovsky, *Bemerkungen zur Mittheilung H. Fol's « Contributions à l'histoire de la fécondation ».* (Anat. Anzeiger. 1891, n° 13.)

VERSION, *Zur Beurtheilung der amitotischen Kerntheilung.* (Biol. Centralblatt, Bd XI. 1891.)

WATASE, *Studies on Cephalopods. 1. Cleavage of the ovum.* (Journal of Morphology. Vol. VI, n° 3. 1891.)

DE WILDEMANN, *Les Recherches récentes sur la structure cellulaire.* (Bull. de la Soc. belge de micr. 1891, n° 2.)

Sur les sphères attractives dans quelques cellules végétales. (Bull. ac. roy. Belgique. 1891.)

92. BERGH, *Kritik einer modernen Hypothese von der Uebertragung erblicher Eigenschaften.* (Zool. Anzeiger. 1892, n° 383.)

BOVERI, *Befruchtung.* (Ergebnisse der Anat. und Entw. 1892.)

BRAUER, *Ueber das Ei von Branchipus Grubii v. Dyb.* (Abh. d. Pr. Akad. Wiss. Berlin. 1892.)

BÜRGER, *Was sind die Attraktionssphären und ihre Centalkörper?* (Anat. Anzeiger. 1892.)

BÜTSCHLI, *Ueber die sogen. Centalkörper der Zelle und ihre Bedeutung.* (Verhandl. d. naturw.-med. Vereins zu Heidelberg, Bd IV. 1892.)

R. FICK, a) *Ueber die Befruchtung des Axolotleies.* (Anat. Anzeiger. 1892, n° 25-26.)

b) *Bemerkungen zu O. Bürger's Erklärungsversuch der Attraktionssphären.* (Anat. Anzeiger. 1892, n° 15.)

FUSARI, *Sur les premières phases du développement des Téléostéens.* (Arch. ital. de biologie, t. XVIII. 1892.)

HAECKER, *Die Furchung des Eies von Aequorea Forskalea.* (Arch. f. mikr. Anat., Bd XL. 1892.)

HANSEMAN, *Ueber Centrosomen und Attraktionssphären in ruhenden Zellen.* (Anat. Anzeiger, Bd VIII. 1892, n° 2-3.)

M. HEIDENHAIN, *Ueber Kern und Protoplasma.* (Festschrift für Kolliker. 1892.)
Die Riesenzellen des Knochenmarks und ihre Centalkörper. (Wüzb. Sitzungsber. 1892.)

HENKING, *Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorgänge in den Eiern der Insekten*. III. *Specielles und Allgemeines*. (Zeitschr. für wiss. Zool., Bd LIV. 1892.)

O. HERTWIG, *Die Zelle und Gewebe*. 1892. (Fischer. Iena. Trad. fr. par Julin. 1893. Carré, Paris.)

R. HERTWIG, *Ueber Befruchtung und Conjugation*. (Verh. d. d. zool. Ges. 1892.)

V. KOSTANECKI, a) *Ueber Centralspindelkörperchen bei karyokinetischer Zelltheilung*. (Anat. Hefte. 1892.)

b) *Ueber die Schicksale der Centralspindel bei karyokinetischer Zelltheilung*. (Anat. Hefte. 1892.)

MOORE, *On the relationships and rôle of the archoplasmic body during mitosis in the larval salamander*. (British assoc. for the advanc. of sc., Edinburgh. 1892.)

NICOLAS, *Les sphères attractives et le fuseau achromatique dans le testicule adulte, dans la glande génitale et le rein embryonnaires de la salamandre*. (Soc. de biologie. 1892.)

OPPEL, *Die Befruchtung des Reptilieneies*. (Arch. für mikr. Anat., Bd XXXIX. 1892.)

PRENANT, a) *Le « corps intermédiaire » de Flemming dans les cellules séminales de la Scolopendre et de la Lithobie*. (Comptes rendus de la Soc. de biologie. 27 février 1892.)

b) *Le « corpuscule central » d'E. van Beneden dans les cellules séminales de la Scolopendre*. (Comptes rendus de la Soc. de biologie. 12 mars 1892.)

c) *L'origine du fuseau achromatique nucléaire dans les cellules séminales de la Scolopendre*. (Comptes rendus de la Soc. de biologie. 26 mars 1892.)

d) *Contribution à l'étude de la division cellulaire. Le corps intermédiaire de Flemming dans les cellules séminales de la Scolopendre et de la Lithobie*. (Arch. de physiologie. 1892.)

e) *Quelques faits relatifs à la division cellulaire*. (Bull. des séances de la Soc. des sciences de Nancy. Mars 1892.)

VOM RATH, *Zur Kenntniss der Spermatogenese von Gryllotalpa vulgaris*. (Arch. für mikr. Anat. Bd XL. 1892.)

P. SCHOTTLÄNDER, *Beiträge zur Kenntniss des Zellkerns und der Sexualzellen bei den Kryptogamen*. (Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd VI, H. 2. 1892.)

STRASBURGER, *Schwärmsporen, Gameten, pflanzliche Spermatozoïden und das Wesen der Befruchtung*. (Histol. Beiträge, H. 4. 1892.)

A. THOMSON, *Spermatogenesis*. (Zool. Record, Vol. XXVIII. 1891-92.)

VIALLETON, *La division indirecte des cellules*. (Revue scientifique. 1892.)

93. BALBIANI, *Centrosome et « Dotterkern »*. (Journ. de l'Anat. et de la Phys., t. XXIX. 1893.)

BALLOWITZ, *Die Nervenendigungen der Pigmentzellen. Ein Beitrag zur Kenntniss des Zusammenhanges der Endverzweigungen der Nerven mit dem Protoplasma der Zellen*. (Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd LVI. 1893.)

VAN BAMBEKE, *Contributions à l'histoire de la constitution de l'œuf. II. Élimination d'éléments nucléaires dans l'œuf ovarien de Scorpæna scrofa*. (Bull. ac. roy. de Belgique, t. XXV. 1893.)

BATAILLON et KOEHLER, *Observations sur les phénomènes karyokinétiques dans les cellules du blastoderme des Téléostéens.* (C. r. Acad. Sc., t. CXVII, 1893.)

BENDA, *Zellstructuren und Zelltheilungen des Salamanderhodens.* (Verh. d. anat. Gesellschaft, 1893.)

Eine Mittheilung zur Samenbildung. (Intern. C. f. Phys. u. Path. d. Harn- und Sexualorgane, Bd IV, H. 1. 1893.)

BRAUER, *Zur Kenntniss der Spermatogenese von Ascaris megalocephala.* (Arch. für mikr. Anat., Bd XLII. 1893.)

Zur Kenntniss der Herkunft des Centrosomas. (Biol. Centralblatt, Bd IX, nos 9-10. 1893.)

R. FICK, *Ueber die Reifung und Befruchtung des Axolotleies.* (Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd LVI. 1893.)

FIELD, *Echinoderm-Spermatogenesis.* (Anat. Anzeiger, Bd VIII, nos 14-15. 1893.)

FLEMMING, *Zelle.* (Ergebnisse der Anat. und Entw., Bd II. 1893.)

GALEOTTI, *Sulla presenza dei corpuscoli polari, della sfera d'attrazione e del fuso acromatico nelle cellule di un tessuto umano patologico.* (Monitore zool. ital., Vol. IV, n° 1. 1893.)

V. GRAFF, *Bemerkungen zu Rapiachoff's. Zur Spermatologie der Turbellarien.* (Zool. Anzeiger, n° 423. 1893.)

HAECKER, *Das Keimbläschen, seine Elemente und Lageveränderungen.* T. 2. *Ueber die Function des Hauptnucleolus und über das Aufsteigen des Keimbläschens et Ueber die Bedeutung der Centrosomen.* (Arch. für mikr. Anat., Bd XLII. 1893.)

HENNEGUY, *Le corps vitellin de Balbiani dans l'œuf des vertébrés.* (Journ. de l'Anat. et de la Phys. 1893.)

HENKING, *Künstliche Nachbildung von Kernteilungsfiguren.* (Arch. für mikr. Anat., Bd XLI, 1893.)

HERMANN, *Urogenitalsystem.* (Ergebnisse der Anat. und Entw. 1893.)

JULIN, *Structure et développement des glandes sexuelles; ovogenèse et spermatogenèse chez Styelopsis grossularia. Le corps vitellin de Balbiani et les éléments de la cellule des Métazoaires qui correspondent au macronucleus des infusoires ciliés.* (Bull. sc. de la Fr. et de la Belgique, t. XXV. 1893, fasc. 1.)

KARSTEN, *Ueber Beziehungen der Nucleolen zu den Centrosomen bei Psilotum triquetrum.* (Ber. d. deutsch. bot. Gesellschaft. 1893.)

LANTERBORN, *Ueber Bau und Kernteilung der Diatomeen.* (Verh. d. Naturhist. Ver. Heidelberg. 1893.)

LUSTIG, *Beiträge zur path. Anat. und allg. Path.* Bd. XIV.

LUSTIG e GALEOTTI, *Sulla presenza del corpo intermedio (Zwischenkörper) nei tessuti umani.* (Monitore zool. ital., t. IV, n° 2. 1893.)

MERTENS, *Sur la sphère attractive dans l'ovule des oiseaux.* (Bull. de la Soc. de médecine de Gand. 1893.)

MÜLLER, *Ueber eine Art der Entstehung ringförmiger Kerne und die bei ihnen zu beobachtenden Gestalten und Lagen der Attractionssphäre.* (In.-Dissert. Kiel, 1893.)

MULLER, *Observations on Karyokinesis in Spirogyra.* (Verh. d. K. Akad. van Wetenschappen te Amsterdam. 1893.)

- MOORE, a) *Mammalian spermatogenesis*. (*Anat. Anzeiger*, Bd 8, n° 20. 1893.)
 b) *On the relationships and rôle of the archoplasm during mitosis in larval salamander*. (*Quart. Journ. of micr. science*, Vol. XXXIV. 1893.)
- VOM RATH, *Beiträge zur Kenntniss der Spermatogenese von Salamandra maculosa*. (*Zeitschr. für wiss. Zool.*, Bd LVII, H. 1. 1893.)
- REPIACHOFF, *Zur Spermatologie der Turbellarien*. (*Zeitschr. für wiss. Zool.*, Bd LVI, H. 4. 1893.)
- SABATIER, *De la Spermatogenèse chez les Crustacés décapodes*. (Montpellier, 1894.)
- SOLGER, *Zelle und Zellkern*. (*Tiermed. Vortrag*, Bd III, H. 1-2. 1893.)
- STRASBURGER, *Zu dem jetzigen Stande der Kern- und Zellteilungsfragen*. (*Anat. Anzeiger*. 1893, n° 6-7.)
- WALDEYER, *Eröffnungsrede der VII. Vers. d. Anat. Ges. in Göttingen*. (*Verh. d. Anat. Ges.* 1893.)
- V. WASIELEWSKY, *Die Keimzone in den Genitalschläuchen von Ascaris megalocephala*. (*Arch. für mikr. Anat.*, Bd XLI, 1893.)
- WHEELER, *A contribution to insect embryology*. (*Journal of Morphology*, Vol. VIII. 1893.)
- ZIMMERMANN, *Studien über Pigmentzellen. I. Ueber die Anordnung des Archiplasmas in den Pigmentzellen der Knochenfische*. (*Arch. für mikr. Anat.*, Bd XLI, H. 3. 1893.)
94. H. BLANC, *Étude sur la fécondation de l'œuf de la truite*. (*Ber. der naturf. Gesells. zu Freiburg i. Br.*, Bd VIII [Zool. Abhandlungen. A. Weissmann zu seinem LX° Geburtstage gew.]. 1894.)
- BLOCHMANN, *Ueber die Kerntheilung bei Euglena*. (*Biol. Centralblatt*, Bd XIV, n° 5. 1894.)
- BRAUER, *Zur Kenntniss der Reifung des parthenogenetisch sich entwickelnden Eies von Artemia salina*. (*Arch. für mikr. Anat.*, Bd XLIII, H. 1. 1894.)
- DEMOOR, *Contribution à l'étude de la physiologie de la cellule (indépendance fonctionnelle du protoplasma et du noyau)*. [*Arch. de biologie*, t. XIII, fasc. 2. 1894.]
- GALEOTTI, *Sulla presenza del centrosoma nelle cellule di tessuti umani patologici*. (*Monitore zool. ital.*, vol. V, n° 6, 7. 1894.)
- GUIGNARD, *Sur l'origine des sphères directrices*. (*Comptes rendus Ac. Sc.*, t. CXIX, et *Comptes rendus Soc. biol.*, n° 23. 1894.)
- HANSEMAN, *Ueber die Specificität der Zellteilung*. (*Arch. für mikr. Anat.*, Bd XLIII, H. 2. 1894.)
- M. HEIDENHAIN, *Neue Untersuchungen über die Centalkörper und ihre Beziehungen zum Kern- und Zellenprotoplasma*. (*Arch. für mikr. Anat.*, Bd XLIII. 1894.)
- Ueber Bau und Function der Riesenzellen (Megacaryocyten) im Knochenmark*. (*Würzb. Sitzungsber.* 1894.)
- ISHIKAWA, *Ueber die Kerntheilung bei Noctiluca miliaris*. (*Ber. d. naturf. Ges. zu Freiburg i. Br.* [Zool. Abhandlungen. A. Weissmann gew.] 1894.)
- NOGAKUSHI TOYAMA, *Preliminary note on the Spermatogenesis of Bombyx mori*. (*Zool. Anzeiger*, n° 438. 1894.)
- REINKE, *Zellstudien*. (*Arch. für mikr. Anat.*, Bd XLIII, H. 3. 1894.)

EXPLICATION DES PLANCHES

Toutes les figures ont été dessinées avec les oculaires compensateurs 4 ou 6 de Zeiss et avec l'objectif homogène 2,0 de Zeiss ou avec l'objectif homogène de Leitz, soit à des grossissements variant de 500 à 750 diam. Pour élucider quelques points spéciaux de structure, l'oculaire n° 8 a aussi été employé.

Sauf indication contraire, tous les dessins se rapportent à la Scolopendre (*Scolopendra morsitans*). Sauf mention spéciale, ils proviennent de pièces fixées par le liquide de Flemming et colorées par la méthode du même auteur.

Planche I.

Fig. 1. — Cellule au repos. Enclaves dans le corps cellulaire. Astrosphère éloignée du noyau ; zones médullaire et corticale. Microcentre bicorpusculaire, à corpuscules inégaux.

Fig. 2. — Astrosphère éloignée du centre de la cellule, de forme étoilée, à rayons continus avec le mitome cellulaire. Microcentre bicorpusculaire, à corpuscules subégaux. Formation fusiforme énigmatique dans le corps cellulaire.

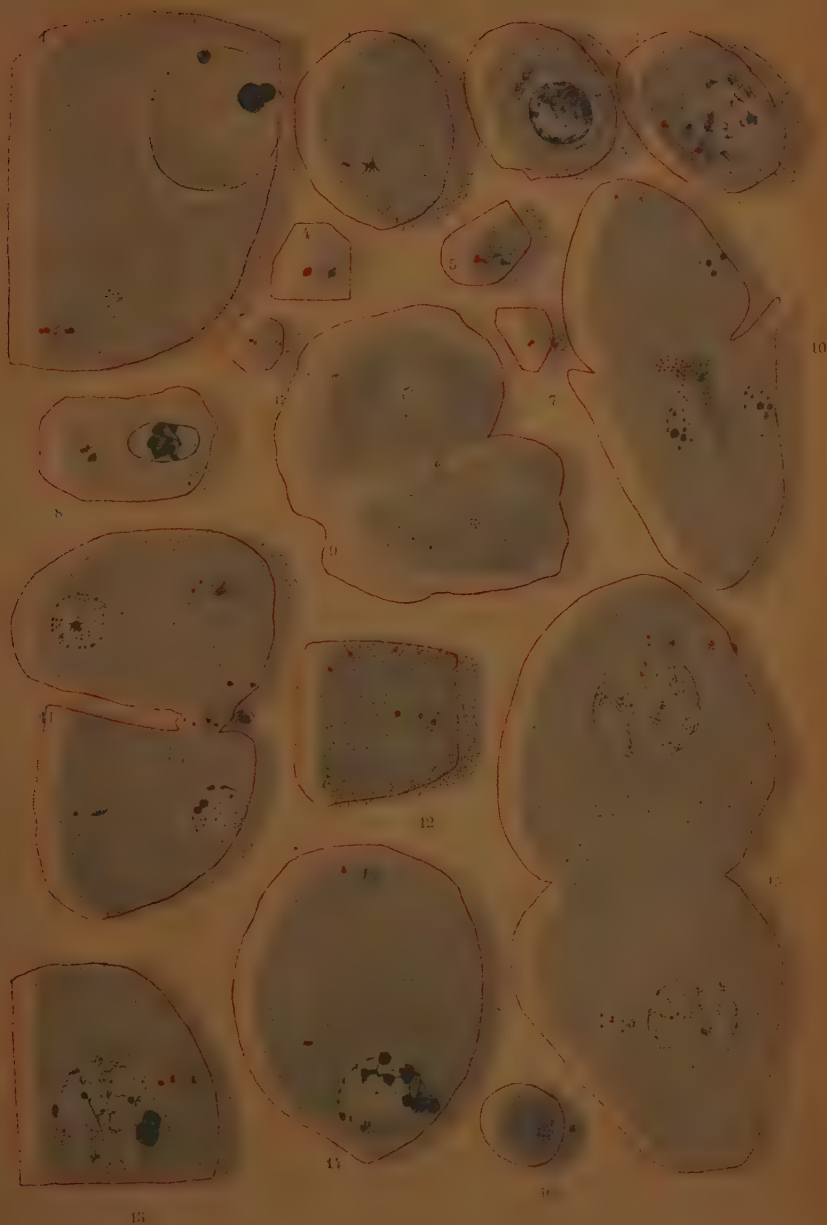
Fig. 3. — Cellules jumelles au premier stade de la division (?). Dans l'une, microcentre à deux corpuscules inégaux, duquel partent plusieurs rayons ; deux de ces rayons se dirigent vers le noyau à travers l'espace clair périnucléaire et se terminent sur ce noyau. Dans l'autre, deux microcentres, l'un à trois corpuscules, l'autre à quatre (?), réunis par une trainée plasmatique plus sombre ; de ces microcentres partent également des rayons, dont plusieurs vont se fixer à la membrane du noyau en traversant l'espace périnucléaire. Réticulum cellulaire.

Fig. 4. — Astrosphère de forme stellaire. Microcentre formé de plusieurs corpuscules en nombre indéterminé, agglutinés.

Fig. 5. — Astrosphère formée d'une aréole claire (zone médullaire) avec irradiations plasmatiques d'un côté seulement de la sphère. Microcentre quadricorpusculaire.

Fig. 6. — Astrosphère de forme spéciale. Microcentre bicorpusculaire, formé de deux corpuscules égaux ; en outre, un corpuscule plus petit (corpuscule central accessoire de M. Heidenhain).

Fig. 7. — Astrosphère de forme stellaire irrégulière, à rayons anastomosés en un réseau continu avec le réticulum cellulaire. Microcentre bicorpusculaire, à deux corpuscules égaux.



EXPLICATION DES PLANCHES

Toutes les figures ont été dessinées avec les oculaires compensateurs 4 ou 6 de Zeiss et avec l'objectif homogène 2,0 de Zeiss ou avec l'objectif homogène de Leitz, soit à des grossissements variant de 500 à 750 diam. Pour élucider quelques points spéciaux de structure, l'oculaire n° 8 a aussi été employé.

Sauf indication contraire, tous les dessins se rapportent à la Scolopendre (*Scolopendra morsitans*). Sauf mention spéciale, ils proviennent de pièces fixées par le liquide de Flemming et colorées par la méthode du même auteur.

Plaque I

Fig. 1. — Cellule au repos. Enclavée dans le corps cellulaire. Astrosphère éloignée du noyau ; zones médullaire et corticale. Microcentre bicorpuseulaire, à corpuseules inégaux.

Fig. 2. — Astrosphère éloignée du centre de la cellule, de forme étoilée, à rayons continus avec le pithme cellulaire. Microcentre bicorpuseulaire, à corpuseules subgaux. Formation fusiforme énigmatique dans le corps cellulaire.

Fig. 3. — Cellules jumelles au premier stade de la division (?). Dans l'une, microcentre à deux corpuseules inégaux, duquel partent plusieurs rayons ; deux de ces rayons se dirigent vers le noyau à travers l'espace clair péri nucléaire et se terminent sur ce noyau. Dans l'autre, deux microcentres, l'un à trois corpuseules, l'autre à quatre (?), réunis par une traînée plasmatique plus sombre ; de ces microcentres partent également des rayons, dont plusieurs vont se fixer à la membrane du noyau en traversant l'espace péri nucléaire. Réticulum cellulaire.

Fig. 4. — Astrosphère de forme stellaire. Microcentre formé de plusieurs corpuseules en nombre indéterminé, agglutinés.

Fig. 5. — Astrosphère formée d'une arcade claire (zone médullaire) avec irradiations plasmatiques d'un côté seulement de la sphère. Microcentre quadricorpuseulaire.

Fig. 6. — Astrosphère de forme spéciale. Microcentre bicorpuseulaire, formé de deux corpuseules égaux ; en outre, un corpuseule plus petit (corpuseule central accessoire de M. Heidenhain).

Fig. 7. — Astrosphère de forme stellaire irrégulière, à rayons anastomosés en un réseau continu avec le réticulum cellulaire. Microcentre bicorpuseulaire, à deux corpuseules égaux.

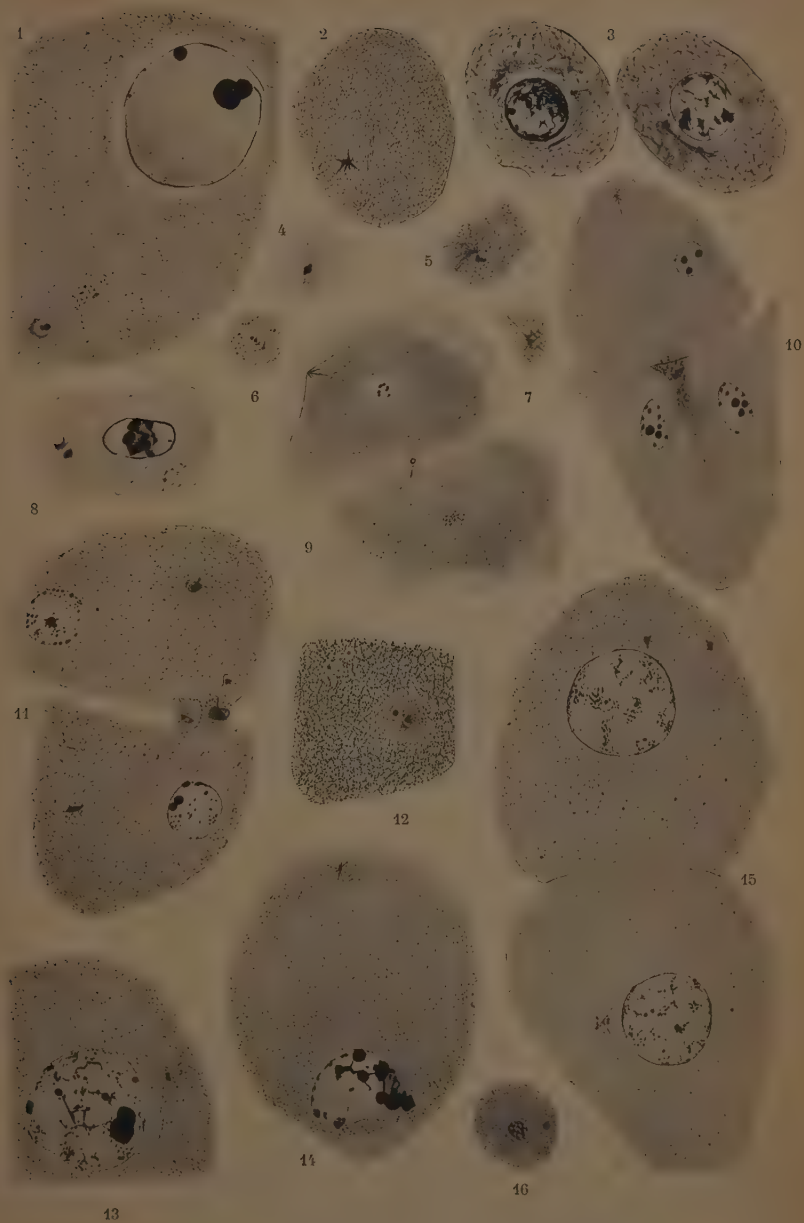


Fig. 8. — Astrosphère éloignée du noyau, composée d'une aréole médullaire double. Dans l'une des aires, une masse chromatophile volumineuse (corpuscule central gonflé et dégénéré ?); l'autre aire est vide. Réticulum cellulaire.

Fig. 9. — Cellules jumelles à la fin de la division. Dans l'une, astrosphère tout à fait périphérique; microcentre unicorpusculaire. Les deux cellules sont réunies par un pont fusorial sur le milieu du trajet duquel se trouve un corpuscule intermédiaire. (Cette figure date de 1887 et devait paraître dans mon travail sur les éléments séminaux de la Scolopendre; c'est là la première observation probante de corpuscule intermédiaire que j'ai pu faire.)

Fig. 10. — Tétraspérme. Dans l'un des corps cellulaires, astrosphère à rayons, presque périphérique, éloignée du noyau compris dans la coupe et vraisemblablement aussi de l'autre noyau qui n'y est pas compris. Dans l'autre corps cellulaire, traînée plasmatique sombre, contenant un corpuscule intermédiaire à deux grains et en outre un certain nombre de diplocoques très fins.

Fig. 11. — Deux cellules jumelles réunies par un large pont de substance. Dans ce pont, une formation énigmatique, et en outre un corpuscule intermédiaire à deux grains réunis par une barrette à peu près transversale. Dans chaque cellule les astrosphères sont très éloignées du noyau. Elles se composent d'une masse plasmatique sombre, de forme à peu près triangulaire; l'une loge un microcentre unicorpusculaire; dans l'autre, le microcentre se compose de deux corpuscules réunis par une tige (centrodesmose de M. Heidenhain). A remarquer la situation inversement symétrique des astrosphères dans l'une et l'autre cellule, l'une étant située à gauche, l'autre à droite du noyau correspondant.

Fig. 12. — Astrosphère presque périphérique (on voit en effet la limite de la cellule du côté droit du dessin). Cette astrosphère, comparable à celle de la figure 8, est double. Elle se compose de deux aires médullaires plus claires et d'une zone corticale. Autour de l'aire médullaire de gauche, qui loge un microcentre unicorpusculaire très volumineux, la zone corticale irradie d'une manière distincte. Cette zone entoure aussi l'aire médullaire de droite, dans laquelle elle s'enfonce et qu'elle envahit presque complètement. Réticulum cellulaire formé de rangées de cytomicrosomes. Ça et là dans le corps cellulaire, des granules chromatophiles (safranophiles) entourés d'une aire claire (microcentres multiples?).

Fig. 13. — Astrosphère voisine du noyau, située dans la portion la plus étroite du corps cellulaire, en forme d'étoile à trois rayons principaux, dont l'un se prolonge au loin dans le corps cellulaire. Microcentre formé de deux corpuscules subégaux.

Fig. 14. — Astrosphère périphérique, à plusieurs rayons. Microcentre bicorpusculaire, à corpuscules inégaux.

Fig. 15. — Cellules jumelles. Dans la cellule inférieure, astrosphère en forme d'étoile à trois branches, dont une plus courte a la figure d'un petit triangle. Microcentre quadricorpusculaire, formé de deux paires de corpuscules, dont une paire à granules plus ténus. Dans la cellule supérieure, deux astrosphères (?), l'une et l'autre de forme approximativement triangulaire. Dans l'une, microcentre bicorpusculaire, l'un des corpuscules plus petit relié au noyau par un filament; dans l'autre, six corpuscules.

Fig. 16. — Astrosphère éloignée du noyau, arrondie, sans irradiations, formée d'une masse plasmatique plus sombre. Microcentre bicorpusculaire, à corpuscules égaux.

Planche II.

Fig. 17. — Spermatocytes du cobaye. Dans l'un et l'autre, on observe trois corps différents. L'un volumineux, non chromatophile, appliqué sur l'espace clair périnucléaire, est le « corps accessoire » des auteurs ou encore le « mitosome » de Platner et Henking. L'autre, chromatophile, de forme arrondie, représente le « corps accessoire » de Henking et correspond vraisemblablement au microcentre. Le troisième se compose de deux petits grains, réunis par une courte tige, chromatophiles ; il représente probablement la moitié du corpuscule intermédiaire de la division qui vient de s'effectuer ; il est en effet situé sur le trajet d'un reste fusorial encore évident. A remarquer la situation presque complètement symétrique de ces différentes formations, dans l'une et l'autre cellule autour de l'espace clair périnucléaire.

Fig. 18. — Spermatocytes du cobaye. Dans l'un d'eux, mitosome et microcentre unicorpusculaire. Dans l'autre, le mitosome n'est pas visible ; microcentre bicorpusculaire à deux corpuscules inégaux, reliés par un pont de substance non chromatophile (« fuseau primitif » de Nicolas, centrodesmose de M. Heidenhain). Corpuscule intermédiaire à deux grains, situé dans un reste fusorial losangique.

Fig. 19. — Spermatocyte du cobaye, avec fuseau primitif ou centrodesmose très allongée.

Fig. 20. — Spermatocytes du cobaye. Formes diverses de microcentres bi- et tricorpusculaires, avec centrodesmoses et corpuscules manifestement inégaux.

Fig. 21. — Cellules jumelles. Dans la cellule inférieure, astrosphère à peu près triangulaire ; microcentre à cinq corpuscules. Filaments unissant les deux cellules ; l'un d'eux loge un petit granule chromatique ; un autre filament plus épais, fusiforme, renferme également un granule chromatique ; ces deux grains forment vraisemblablement ensemble le corps intermédiaire. (Cette figure, qui a paru déjà dans mon travail de 1892, pour le corps intermédiaire de forme singulière qu'elle offre, a été reproduite ici pour son microcentre pluricorpusculaire.)

Fig. 22. — Cellules jumelles. Reste fusorial très effacé. Corpuscule intermédiaire, en forme d'haltère, à deux grains reliés par une tige transversale.

Fig. 23. — Cellules jumelles. Reste fusorial biconique. La base de chacun des cônes se condense pour donner lieu à une formation de configuration bizarre, qui est sans doute le mitosome. Corps intermédiaire bigranuleux.

Fig. 24. — Cellules jumelles. Reste fusorial aux deux extrémités duquel, dans l'une et l'autre cellule, se voit un corps ellipsoïdal bien limité, vraisemblablement formé aux dépens du reste fusorial, et représentant le mitosome. Plusieurs granules constituent le corps intermédiaire. Liqueur de Ripart et Petit, avec addition d'acide osmique, suivant la formule de Carnoy.

Fig. 25. — Cellules jumelles. Présence simultanée des microcentres et du corps intermédiaire. Le corps intermédiaire, situé sur le milieu du trajet du reste fusorial, se compose de deux grains ; en outre, il existe trois granules plus petits sur la limite intercellulaire. Le microcentre est unicorpusculaire dans la cellule inférieure, bicorpusculaire dans la cellule supérieure.

Fig. 26. — Cellules jumelles. Dans la cellule inférieure, le mitosome est nettement visible. Plusieurs corps intermédiaires, composés chacun de deux grains reliés par une tige transversale ; ces corps intermédiaires pourraient bien avoir la forme

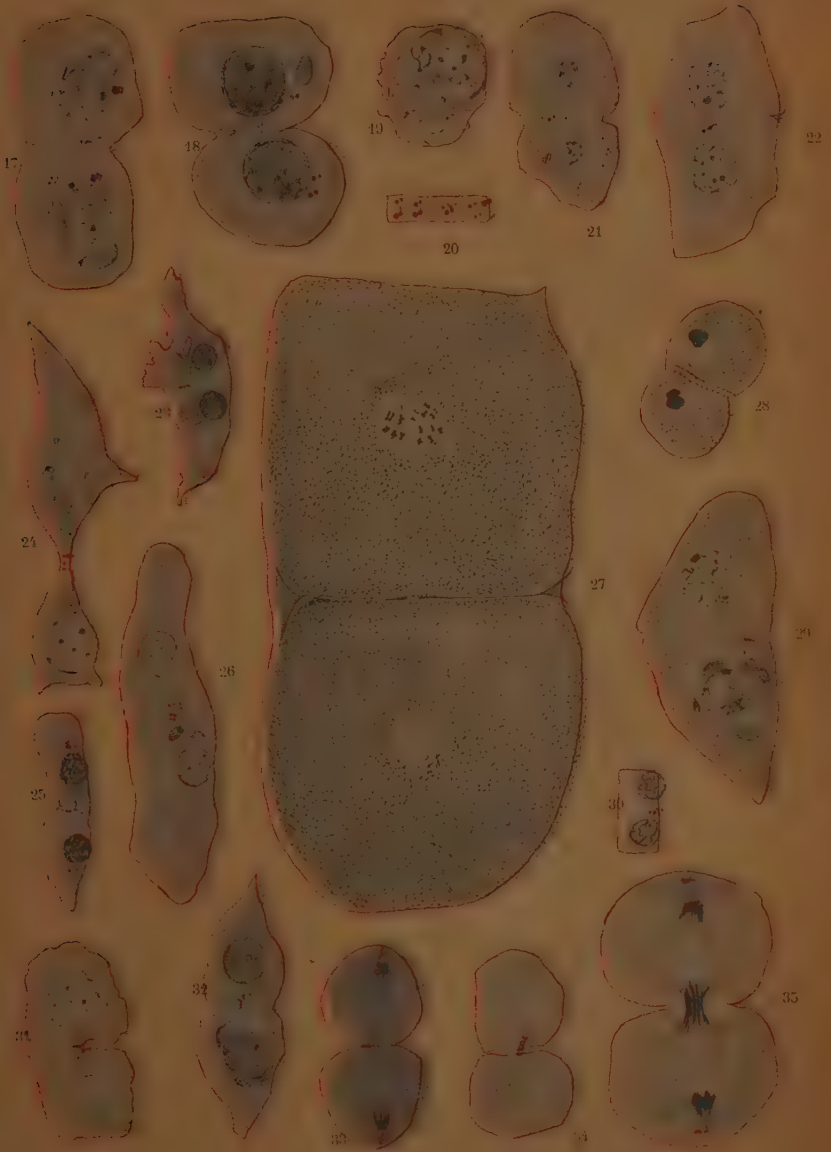


Planche II.

Fig. 17. — Spermatocytes du cobaye. Dans l'un et l'autre, on observe trois corps différents. L'un, volumineux, non chromatophile, appliqué sur l'espace clair périnucléaire, est le « corps accessoire » des auteurs ou encore le « mitosome » de Matner et Henking. L'autre, chromatophile, de forme arrondie, représente le « corps accessoire » de Henking et correspond vraisemblablement au microcentre. Le troisième se compose de deux petits grains, réunis par une courte tige, chromatophiles : il représente probablement la moitié du corpuscule intermédiaire de la division qui vient de s'effectuer; il est en effet situé sur le trajet d'un reste fusorial encore évident. A remarquer la situation presque complètement symétrique de ces différentes formations, dans l'une et l'autre cellule autour de l'espace clair périnucléaire.

Fig. 18. — Spermatocytes du cobaye. Dans l'un d'eux, mitosome et microcentre micropusculaire. Dans l'autre, le mitosome n'est pas visible; microcentre bicorpusculaire à deux corpuscules inégaux, reliés par un pont de substance non chromatophile (« fuseau primitif » de Nicolas, centrodesmose de M. Heydenhain). Corpuscule intermédiaire à deux grains, situé dans un reste fusorial losangique.

Fig. 19. — Spermatocyte du cobaye, avec fuseau primitif ou centrodesmose très allongée.

Fig. 20. — Spermatocytes du cobaye. Formes diverses de microcentres bi- et tricorpusculaires, avec centrodesmoses et corpuscules manifestement inégaux.

Fig. 21. — Cellules jumelles. Dans la cellule inférieure, astrosphère à peu près triangulaire; microcentre à cinq corpuscules. Filaments unissant les deux cellules; l'un d'eux loge un petit granule chromatique; un autre filament plus épais, fusiforme, renferme également un granule chromatique; ces deux grains forment vraisemblablement ensemble le corps intermédiaire. (Cette figure, qui a paru déjà dans mon travail de 1892, pour le corps intermédiaire de forme singulière qu'elle offre, a été reproduite ici pour son microcentre pluricorpusculaire.)

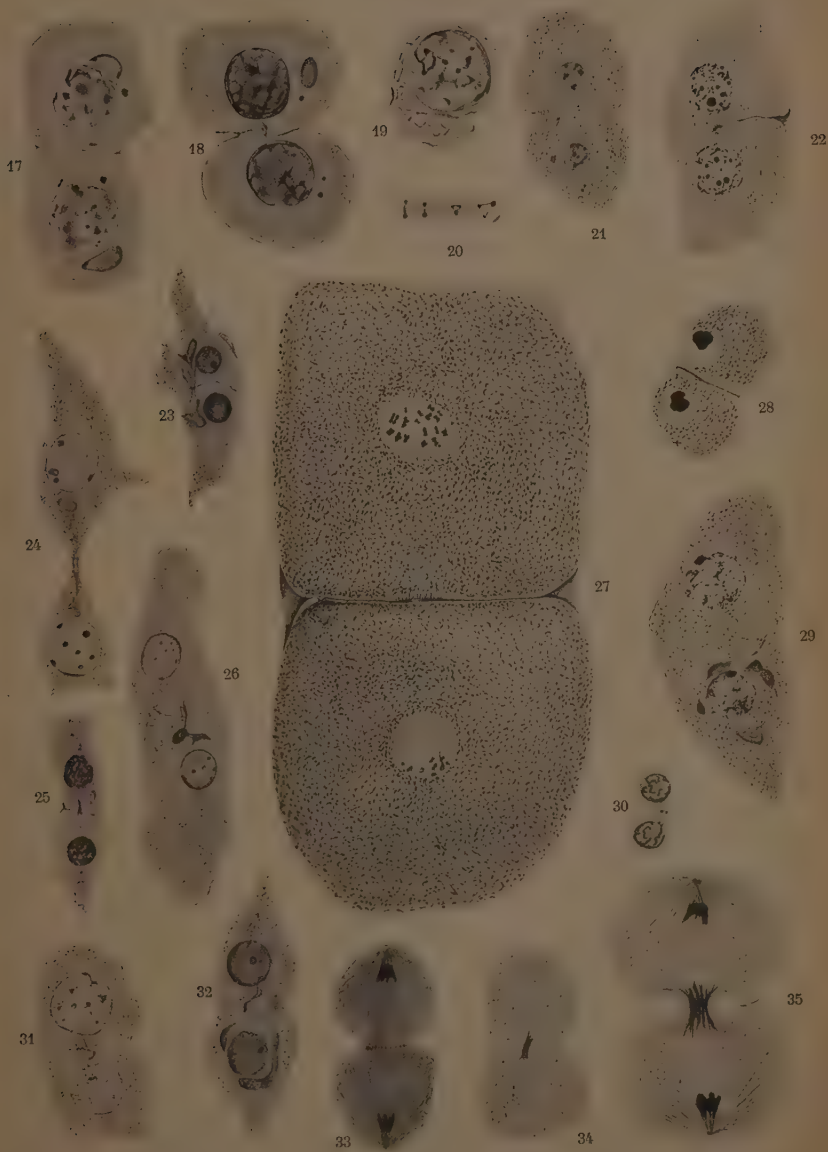
Fig. 22. — Cellules jumelles. Reste fusorial très effacé. Corpuscule intermédiaire, en forme d'halète, à deux grains reliés par une tige transversale.

Fig. 23. — Cellules jumelles. Reste fusorial biconique. La base de chacun des cônes se condense pour donner lieu à une formation de configuration bizarre, qui est, sans doute le mitosome. Corps intermédiaire bigranuleux.

Fig. 24. — Cellules jumelles. Reste fusorial aux deux extrémités duquel, dans l'une et l'autre cellule, se voit un corps ellipsoïdal bien limité, vraisemblablement formé aux dépens du reste fusorial, et représentant le mitosome. Plusieurs granules constituant le corps intermédiaire. Liqueur de Ripart et Petit, avec addition d'acide osmique, suivant la formule de Carnoy.

Fig. 25. — Cellules jumelles. Présence simultanée des microcentres et du corps intermédiaire. Le corps intermédiaire, situé sur le milieu du trajet du reste fusorial, se compose de deux grains; en outre, il existe trois granules plus petits sur la limite intercellulaire. Le microcentre est unicorpusculaire dans la cellule inférieure, bicorpusculaire dans la cellule supérieure.

Fig. 26. — Cellules jumelles. Dans la cellule inférieure, le mitosome est nettement visible. Plusieurs corps intermédiaires, composés chacun de deux grains reliés par une tige transversale; ces corps intermédiaires pourraient bien avoir la forme



d'anneaux entourant le reste fusorial ; car celui-ci se montre quelque peu étranglé à leur niveau.

Fig. 27. — *Lithobius forficatus*. Grandes cellules jumelles. Plaque cellulaire fusoriale de Carnoy, limitée à droite et à gauche par deux grains. Dans un autre exemplaire, la constitution de cette plaque fusoriale par une rangée de grains était évidente ; ces grains se continuaient avec les cytomicrosomes de la charpente cellulaire.

Fig. 28. — Plaque cellulaire, décomposable en plaques fusoriale et complétive (Carnoy), formée de grains.

Fig. 29. — Cellules jumelles. Reste fusorial et bande sombre périnucléaire (sphère attractive de Mèves). Sur le trajet du reste fusorial, quatre grains représentent la formation intermédiaire ; trois d'entre eux, dont deux plus gros, sont situés sur la limite intercellulaire ; le quatrième a émis à quelque distance (phénomène de dédoublement du corps intermédiaire).

Fig. 30. — Cellules jumelles, dont les noyaux au stade de dispirème ont été seuls figurés. Entre ces noyaux, un double trait, limitant une sorte de boyau, représente le reste fusorial. Corps intermédiaire dédoublé (?). L'un des corps intermédiaires est demeuré à égale distance des deux noyaux ; l'autre est appliqué contre le noyau inférieur.

Fig. 31. — Cellules jumelles. Corps intermédiaire en forme d'haltère, obliquement placé sur le trajet du reste fusorial, lequel est d'ailleurs déchiré.

Fig. 32. — Cellules jumelles. Corps intermédiaire en forme d'haltère, obliquement situé sur le reste fusorial.

Fig. 33. — Stade de dyaster. Plaque cellulaire fusoriale.

Fig. 34. — Reste fusorial en forme de cylindre prolongé dans chaque cellule par un cône divergent plus clair ; le cylindre est coloré en rose amarante, le cône en violet clair (dans le procédé de coloration de Flemming).

Fig. 35. — Cellules au stade de dyaster. Reste fusorial filamenteux, fortement coloré en violet (procédé de coloration de Flemming). Microcentre bicorpusculaire dans l'une des cellules, tricorpusculaire dans l'autre.

ADDENDUM

Le manuscrit de ce travail était déjà à l'imprimerie et même les épreuves étaient déjà corrigées quand j'ai pris connaissance de plusieurs mémoires qui avaient paru tout récemment ou que je n'avais pu me procurer à temps.

L'un est un travail de Watase¹ dont je connaissais l'existence, mais qui, par suite de circonstances tout à fait spéciales, m'avait fait défaut. Je n'ai pu m'en faire une idée que d'après le compte rendu qu'en donne P. Mitrophanow².

Cet auteur cite dans son index bibliographique d'autres publications que je ne connaissais pas, émanant d'un savant russe, Eismond³, et écrites en russe. J'ai dû, cette fois encore, me contenter de l'analyse de Mitrophanow.

C'est donc à M. Mitrophanow que je dois, grâce à l'aimable envoi de son mémoire, d'avoir pu compléter et mettre à jour la partie historique du présent travail.

Mitrophanow conclut (p. 22 du tirage à part) de diverses irrégularités dans la disposition de la sphère attractive, qui surviennent dans les divisions anormales, que la sphère attractive ne présente pas de caractère permanent, et que les centrosomes ne peuvent être considérés comme des formations morphologique-

1. WATASE, *Homology of the Centrozome*. (*Journal of Morphology*, vol. VIII, n° 2. 1893.)

2. а) Митрофановъ. О непрямомъ кліточномъ діленіи у селакій (предвар. сообщ.). Засѣданіе отдѣл. Варш. Общ. Ест. 29 октября 1893.

б) MITROPHANOW, *Contributions à la division cellulaire indirecte chez les Sélaciens*. (*Journal intern. d'Anat. et de Phys.*, t. XI, f. 7. 1894.)

3. а) Эйсмондъ. Объ отношеніи ядра къ кліточному тѣлу и о діленіи клітокъ. Протоколи стаціонарія біологій Варш. Общ. Ест. г. II, № 3, 1890.

б) Эйсмондъ. Нѣкоторыя дополненія къ ученію о центральному тѣлѣ клітки. Раб. изъ Зоол. Лабор. Варш. Унив. IX. 1893.

в) Эйсмондъ. Къ вопросу о діленіи кліточного тѣла. Работы изъ Зоолог. Лабор. В У. IV, 1892.

ment déterminées (conclusion 12). Il rappelle que les dernières observations de M. Heidenhain, de Zimmermann, de Eismond ont fait voir que cette formation n'a pas nécessairement, dans les cellules autres que les œufs, la figure qu'elle offre dans ces derniers. Le centrosome peut, par exemple, selon Mitrophanow, être représenté par un chromosome entier, entraîné dans le protoplasme au début de la division cellulaire. Le prétendu centrosome autonome, coloré d'une façon élective, pourrait d'autre part n'être, dans nombre de cas, que le nœud très serré que forment les filaments qui irradient pour constituer la sphère attractive. Très souvent enfin le centrosome manque même entièrement. Lors de la division des cellules, dit ensuite l'auteur dans sa conclusion 14, la division préliminaire des centrosomes et des sphères attractives n'est pas de rigueur. Un centrosome de la cellule-fille est immédiatement hérité de la cellule-mère. L'autre peut provenir du corpuscule nommé intermédiaire. Dans la conclusion 15, l'auteur termine en disant : « Suivant tout ce qui a été dit, les sphères attractives et les centrosomes qui sont l'expression de l'interruption de l'équilibre intérieur dans la cellule et des conditions accidentelles, doivent être plutôt considérés comme des marques visibles de la division et ses résultats, et non comme des organes indépendants guidant la division cellulaire. Leur existence dans les cellules en repos (très rarement observée) peut être considérée comme un héritage de l'état transitoire pendant la division. Normalement il n'y a pas de centrosome dans la cellule qui ne se divise pas (par ex. : dans l'œuf qui se développe) et il n'y a pas assez de fondement pour le chercher dans le corps de la cellule ou dans le noyau. »

On voit, d'après les citations qu'on vient de lire, quelle place prend l'auteur dans le concert de ceux qui se sont expliqués sur la signification de la sphère attractive et du corpuscule central. Il se place lui-même, quand à la fin de son mémoire il dit : qu'il attribue un rôle sérieux, dans les phénomènes de la division, aux processus physico-chimiques, qu'il est contre l'opinion de la plupart des savants, qu'il se range à côté d'Eismond, suivi lui-même par Bürger, pour considérer la sphère et le centrosome non comme un organe, mais comme un aspect cellulaire, dû à des

causes mécaniques, et pour indiquer aussi le caractère accidentel de l'apparition des sphères attractives.

D'après ce qui précède, on voit aussi quelle est la manière de voir de Eismond sur cette question. Lui aussi a soutenu un des premiers, contre van Beneden et la plupart des auteurs, l'idée de la non-permanence et de la non-spécificité de la sphère attractive et du centrosome.

Quant à Watase, il a tenté, dit Mitrophanow (p. 20 du tirage à part), d'identifier les centrosomes, les corpuscules intermédiaires et d'autres avec les microsomes du protoplasme. Bien que l'idée fondamentale de Watase se rapproche assez de celle que s'est faite Mitrophanow relativement au rôle des parties constitutives de la cellule, cependant il paraît à ce dernier arbitraire d'identifier tous les grains qui se colorent avec les microsomes du cytoplasme, d'autant plus que l'idée même du microsome n'est pas dans ce cas suffisamment déterminée.

Mertens, d'autre part¹, vient de compléter par un travail étendu la note préliminaire qu'il avait publiée précédemment. Pour lui, le corps vitellin des œufs des jeunes mammifères et des jeunes oiseaux est autre chose que la sphère attractive et que le centrosome. Dans les ovules primordiaux qui sont encore à la période de multiplication, l'auteur a trouvé la sphère attractive munie de son centrosome; d'autre part, de petits corpuscules colorables qui ne peuvent être identifiés avec les centrosomes.

Les auteurs qui se sont occupés de l'étude du corps vitellin de Balbiani dans les oiseaux et les mammifères, ont décrit, selon Mertens, sous ce nom deux éléments bien différents: 1° la sphère attractive, que l'on voit déjà dans les ovules primordiaux, et qu'on retrouve plus tard dans les ovules individualisés, sous forme d'une masse arrondie ou d'un croissant voisin de la vésicule germinative; la présence du centrosome ne se constate qu'à une époque peu éloignée de la mitose; à mesure que l'œuf vieillit, le volume de la sphère attractive augmente et la striation radiaire périphérique s'accuse; — 2° les éléments d'origine nucléaire qu'on trouve

1. MERTENS, *Recherches sur la signification du corps vitellin de Balbiani dans l'ovule des mammifères et des oiseaux*. (Arch. de biologie, t. XIII, f. 3. 1894.)

à l'intérieur de la masse vitelline. Ils sont de taille variable et, dans les stades les plus jeunes de l'ovule, sont de simples grains chromatiques. Plus l'ovule est développé, plus leur volume est considérable. Les uns comme les autres proviennent des chromosomes, avec lesquels ils sont d'abord en connexion intime ; ils en deviennent plus tard indépendants et sont expulsés. Cette élimination est en rapport avec l'activité de la vésicule germinative ; elle se fait d'autant plus énergiquement que l'ovule est plus jeune. Les éléments en question fixent d'abord la safranine ; plus tard, ils perdent peu à peu cette propriété, et finissent par se fragmenter en donnant ainsi lieu à des granulations vitellines. On pourrait leur donner le nom d'*éléments vitellogènes*.

Van der Stricht¹, d'après des observations faites sur l'œuf en mitose de *Thysanozoon Brocchi*, paraît adopter une manière de voir opposée à celle de Mertens. Comme van Bambeke et Mertens, il a constaté l'élimination de parcelles chromatiques hors du noyau. D'autre part, il a vu le centrosome (qu'il nomme avec van Beneden le « cytocentre ») apparaître en rapport intime avec la membrane nucléaire. Ce centrosome se colore à l'instar de la chromatine nucléaire. Ce sont là, pour van der Stricht, de fortes présomptions en faveur de l'origine du cytocentre aux dépens de corpuscules chromatiques émigrés du noyau. Le travail de van der Stricht contient encore quelques données intéressantes. Relativement à l'évolution du cytocentre, il voit celui-ci paraître sous la forme d'un petit corpuscule, fortement safranophile, allongé, fusiforme ou même semi-lunaire, appliqué qu'il est sur la membrane nucléaire ; plus tard il augmente de volume, devient arrondi et volumineux ; plus tard encore il se décolore facilement et se décompose, comme l'ont vu Boveri et Brauer, en deux substances, dont l'une forme une granulation centrale plus colorable. La sphère attractive n'existe pas au stade quiescent de l'ovule. Celle-ci se compose des deux zones médullaire et corticale, la première étroite et non constante ; surtout elle est formée par la région astéroïde (E. v. Beneden) ou zone périphérique (Henne-guy),

1. VAN DER STRICHT, *Origine des parties constituantes de la figure achromatique dans l'ovule de Thysanozoon Brocchi*. (Verh. d. Anat. Gesellschaft, mai 1894.)

dont les filaments se mettent en rapport avec les trabécules du cytoplasme. Ayant vu les filaments de la sphère s'arrêter en dedans à quelque distance du cytocentre, l'auteur est disposé à considérer non seulement la granulation centrale, mais encore la zone médullaire compacte qui l'entoure comme représentant le corpuscule central.

Le mémoire de Herla¹ contient plusieurs résultats intéressants. Comme Fol, Guignard et Blanc, comme Conklin aussi² (dont le travail ne nous est pas parvenu), il a trouvé quatre sphères dans un même œuf d'ascaride. Il ne croit pas cependant que ces sphères représentent respectivement deux ovocentres et deux spermocentres ; car il les voit s'unir indifféremment aux chromosomes d'origine mâle et à ceux d'origine femelle. Herla ne peut donc être strictement rangé à côté des auteurs précités, comme soutenant l'origine tout à la fois mâle et femelle des sphères et de leurs corpuscules centraux dans l'œuf fécondé. Il est du reste demeuré dans le doute sur cette origine. D'une part, il n'a pu confirmer les observations de Boveri et vérifier la provenance mâle de l'archoplasme ; d'autre part, il n'a pu retrouver dans les stades les plus jeunes de l'œuf le centrosome que Lebrun y a décrit. Le travail de Herla renferme encore des données importantes, comme, par exemple, la constatation du corps que l'auteur appelle « lentille équatoriale » et qui paraît lors de la division du corps cellulaire.

1. HERLA, *Étude de la variation de la mitose chez l'Ascaride mégalocéphale*. (*Arch. de biologie*, t. XIII, f. 3. 1894.)

2. CONKLIN (cité par HERLA), *The Fertilization of the ovum*. (*Biol. lect. del. at the marine biol. labor. of Wood's Holl of 1893*. Boston, 1894.)

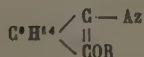
SUR DEUX

MÉTHYLCYANOCAMPHRES ISOMÈRES ¹

Note de MM. HALLER, Professeur,
et MINGUIN, Chef des travaux chimiques à la Faculté des sciences.

Dans une communication faite par l'un de nous ² sur les alcoylcyanocamphres, il a été montré que ces combinaisons perdent les radicaux alcoyles, sous la forme d'éthers chlorhydriques, quand on les soumet à l'action de l'acide chlorhydrique concentré.

Ce dédoublement a fait attribuer à ces corps la formule de constitution :



Ces recherches, continuées sur le méthylcyanocamphre, ont montré que ce dérivé, qui jusqu'alors n'avait pu être obtenu qu'à l'état liquide, était en réalité formé par un mélange de deux corps isomères, à fonctions nettement dissemblables, dont l'un répond à la formule générale ci-dessus, et l'autre à une autre constitution.

En effet, si l'on maintient le méthylcyanocamphre brut, pendant quelque temps, à une température au-dessous de 0°, le liquide ne tarde pas à laisser déposer des cristaux. Séparés du liquide jaunâtre qui les imprègne, ces cristaux sont dissous dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole et purifiés par des cristallisations successives. On obtient ainsi un beau produit blanc, nettement cristallisé, fondant à 63° et dont le pouvoir rotatoire moléculaire

1. Communication faite dans la séance du 1^{er} mai 1894.

2. HALLER, *Comptes rendus*, t. CXV, p. 97.

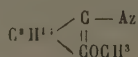
$(\alpha)_D = +150^{\circ},8$. Il est soluble dans l'alcool, l'éther, insoluble dans l'eau et les alcalis.

L'acide chlorhydrique aqueux le décompose quantitativement, en chlorure de méthyle et camphre cyané, soluble dans la potasse.

Traité par du brome, il donne naissance à du bromure de méthyle et à du camphre cyanobromé, identique avec celui qui se forme quand on soumet une solution sulfocarbonique de camphre cyané à l'action du brome.

Une solution alcoolique de potasse le transforme à la longue en acide hydroxycamphocarbonique, qui possède les mêmes propriétés que celui qu'on obtient en traitant le camphre cyané par les alcalis. Il se produit sans doute aussi de l'alcool méthylique.

Toutes ces réactions conduisent à admettre pour ce méthylcyanocamphre, que nous désignerons par la lettre β la formule de constitution indiquée plus haut :



L'huile, séparée des cristaux, possède la même composition que ces derniers et renferme encore en dissolution des quantités variables de ce produit solide β .

Pour éliminer celui-ci, il suffit de traiter le liquide par de l'acide chlorhydrique qui décompose le composé β en chlorure de méthyle et camphre cyané, sans atteindre l'isomère. Un lavage à la potasse, qui dissout le camphre cyané et l'acide chlorhydrique en excès, permet d'obtenir le produit huileux à l'état pur.

Ce composé, que nous appellerons méthylcyanocamphre α , se présente sous la forme d'un liquide épais, jaunâtre, de pouvoir rotatoire $(\alpha)_D = +90^{\circ},1$ et qui laisse parfois déposer des cristaux mous, jaunes, fondant entre 38° et 45° et ayant même composition et même pouvoir rotatoire que le liquide au sein duquel il s'est formé.

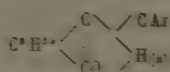
L'acide chlorhydrique est sans action, à froid, sur ce composé.

Chauffé dans un appareil à reflux avec de la potasse alcoolique, il donne de l'ammoniaque et de l'acide méthylhydroxycamphocarbonique, homologue supérieur de l'acide hydroxycamphocarbonique.

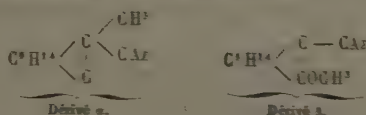
Cet acide fond à 175° et possède le pouvoir rotatoire moléculaire $(\alpha)_D = + 26.31$.

Son sel d'argent est un précipité blanc répondant à la formule $C^{12}H^{14}O^2Ag^2$. Un tirage alcalimétrique conduit également, pour cet acide, à la formule $C^{12}H^{14}O^2$.

En nous basant sur une théorie proposée par M. Schützenberger, nous avons déjà émis l'hypothèse¹ que le camphre cyané, en solution dans les alcalis, pouvait être considéré comme une molécule de la forme

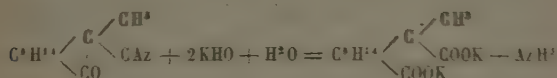


Dans cette molécule, le radical remplaçant l'hydrogène $H_{(a)}$ peut, suivant les conditions, se souder au groupement $\diagup C - CAz$ ou au groupement $\diagdown CO$, de telle sorte que les composés obtenus peuvent affecter les deux formes suivantes :



Les réactions auxquelles ces composés donnent lieu justifient cette manière de les représenter et font voir que ces dérivés sont des isomères chimiques.

Comme il a été démontré plus haut, le corps α se comporte comme le camphre cyané lui-même, dont il est l'homologue supérieur, et donne, avec la potasse alcoolique, l'acide méthylhydroxycamphocarbonique

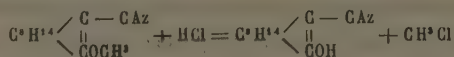


fait qui autorise à admettre que le radical CH^3 est soudé à un atome de carbone.

L'isomère β se comporte, au contraire, comme certains éthers mixtes de phénols qui sont saponifiés, non seulement par les acides, mais encore par les alcalis.

1. *Loc. cit.*

Dans ces saponifications, le méthylcyanocamphre β se dédouble en alcool méthylique ou son chlorure, et en camphre cyané (ou en son produit d'hydratation l'acide hydroxycamphocarbonique), de telle sorte que l'on peut représenter la plus simple de ces saponifications par l'équation :



Mais le camphre cyané mis en liberté ne garde pas cette forme et revient à son arrangement moléculaire primitif. Nous avons, en effet, déjà fait voir que ce dérivé ne se combine pas à l'isocyanate de phényle, comme le font en général tous les composés renfermant un groupe COH.

D'autres iodures ou chlorures alcooliques réagissent dans le même sens que l'iodure de méthyle, sur le camphre cyanosodé ; nous avons toutefois remarqué qu'avec les homologues supérieurs de $\text{CH}^{\circ}\text{I}$ il ne se produit que de petites quantités des isomères de la forme α .

Comme nous l'avons fait observer à plusieurs reprises, le camphre cyané, ainsi que l'acide camphocarbonique, composé carbonylé correspondant, ont d'étroites analogies avec les cyanacétones β et les acides cétoniques β (cyanacétophénone, éthers acétoacétique, benzoylacétique). Les réactions que nous venons de mentionner justifient encore ces rapprochements.

Elles font en outre voir, une fois de plus, combien, dans certains composés, l'arrangement moléculaire est peu fixe et se prête à des changements fractionnels, et combien aussi l'immuabilité de nos formules de constitution est parfois illusoire.

INFLUENCE DE LA SÉCHERESSE DE 1893

SUR LA VÉGÉTATION FORESTIÈRE EN LORRAINE

Par E. HENRY

PROFESSEUR A L'ÉCOLE FORESTIÈRE¹

L'extraordinaire sécheresse de 1893 n'a pas été moins funeste à la végétation forestière qu'à celle des prairies et des céréales.

La vigueur de la végétation d'un arbre se mesure par son accroissement en hauteur et en diamètre. Le premier est difficile, sinon impossible à mesurer sur les arbres âgés dont l'extrémité de la tige se perd dans la ramification de la cime ; il a d'ailleurs, dans ce cas, fort peu d'importance, puisque le fût, qui est la partie de beaucoup la plus productive, reste à peu près invariable en hauteur.

L'accroissement en diamètre, mesuré sur une section transversale, se prête au contraire à une détermination exacte, grâce à la distinction généralement facile et, en tous cas, possible des couches ligneuses annuelles chez nos arbres indigènes.

L'assise cambiale produit chaque année, durant la saison de végétation, sur une section transversale quelconque des organes axiles, un anneau ligneux dont l'épaisseur varie, pour une espèce donnée, avec l'âge, la région de l'arbre que l'on considère, l'état du peuplement environnant, la fertilité du sol et les circonstances atmosphériques. Si l'on examine sur une section transversale prise près du sol les couches ligneuses d'un arbre ayant crû tou-

1. Communication faite dans la séance du 1^{er} décembre 1894.

jours dans les mêmes conditions, on voit au centre quelques couches minces auxquelles succèdent des anneaux plus larges atteignant bientôt un maximum à partir duquel ils vont en s'amincissant insensiblement jusqu'à la périphérie. Mais quand, au lieu d'une diminution lente, progressive, on observe dans des couches contiguës une variation brusque et générale, elle ne peut être attribuée qu'à une cause générale aussi, c'est-à-dire aux circonstances climatiques, puisque les autres facteurs (âge, sol, région de l'arbre, sous-bois) n'ont pas varié.

Si l'anneau fabriqué par l'arbre en 1893 est notablement plus mince que celui de 1892, on peut en conclure légitimement que ces circonstances ont été moins favorables en 1893 et la nutrition moins active. La somme des manteaux ligneux qui viennent s'ajouter ainsi à chaque arbre constitue la récolte du propriétaire de bois, récolte d'autant plus abondante que l'épaisseur du manteau, c'est-à-dire de l'anneau ligneux, est plus grande.

Nous nous sommes proposé de déterminer aussi exactement que possible l'influence qu'ont exercée sur la végétation des forêts lorraines ou sur l'anneau ligneux qui en est l'expression, les circonstances climatiques de l'année 1893, si remarquable par la sécheresse et la chaleur anormales de son printemps.

Dans ce but, nous avons mesuré, à 1/10 de millimètre près, l'épaisseur de l'anneau ligneux de 1893 et nous l'avons comparée à celle des anneaux de 1892 qui fut encore une année sèche, déjà pauvre en fourrage, et de 1891 dont les conditions se rapprochent sensiblement de celles d'une année moyenne.

Il était nécessaire d'opérer, pour chaque espèce d'arbre, sur un grand nombre de sujets, afin de faire disparaître les anomalies dues à des accidents individuels (bris de branches, dégâts d'insectes, etc.) et de prendre ces sujets dans des peuplements qui n'aient été l'objet, depuis une vingtaine d'années, d'aucune opération culturale, de façon que les phénomènes atmosphériques pussent être rendus seuls responsables des différences de largeur des accroissements. Ces arbres, d'âge varié mais toujours supérieur à 60 ans, appartenaient aux essences forestières les plus répandues dans la région : le chêne (*Quercus robur* L.), le hêtre (*Fagus sylvatica* L.), le charme (*Carpinus betulus* L.), et avaient crû sur

des sols divers, les uns calcaires, superficiels et filtrants, les autres argileux, profonds et peu perméables. Ces types extrêmes ont été choisis à dessein pour que les différences d'action de la sécheresse sur les sols ressortissent le plus nettement possible. Des espèces précitées, l'une, le chêne, a l'enracinement pivotant et peut aller puiser les grandes quantités d'eau dont elle a besoin dans les couches profondes du sol, l'autre, le hêtre, est le type des essences à enracinement superficiel ; le charme a un appareil racinaire qui tient le milieu entre les deux précédents.

Voici les principaux résultats de ces mensurations qui ont été faites sur plus de 250 arbres.

I. *Végétation du hêtre en sol calcaire, superficiel et filtrant.* — 37 hêtres provenant de 9 places d'essai disséminées sur tout le massif de Haye, près Nancy (8,000 hectares) et situé sur l'oolithe inférieure, ont fourni :

	En 1893.	En 1892.	En 1891.
Une épaisseur totale d'accroissement de	39 ^{mm} ,7	73 ^{mm} ,7	108 ^{mm} ,2
Ou, en prenant pour unité l'accroissement de 1891 (ce qui facilite les comparaisons).	36 ,7	68 ,1	100 ,0
11 hêtres venant d'autres forêts de l'oolithe inférieure	42 ,6	64 ,3	100 ,0
12 hêtres venant de forêts en sol corallien.	30 ,0	56 ,0	100 ,0

La production de la matière ligneuse n'a atteint en 1893 que le tiers de son taux habituel. Dans les deux années sèches 1893 et 1892, il ne s'est pas formé plus de bois que dans la seule année 1891. *Les propriétaires de forêts ont perdu la récolte d'une année.*

II. *Végétation du hêtre en sol argileux, profond, peu perméable.*

	1893.	1892.	1891.
25 hêtres ont donné la relation.	41 ^{mm} ,0	66 ^{mm} ,7	100 ^{mm} ,0

Ce résultat, qu'on ne pouvait prévoir, montre que le hêtre a autant pâti dans les sols argileux que dans les sols calcaires, malgré les grandes différences que présentent ces deux types de sols sous le rapport de la faculté d'imbibition.

III. *Végétation du chêne en sol calcaire, superficiel et filtrant.*

	1893.	1892.	1891.
31 chênes (massif de Haye) ont donné la relation	61 ^{mm} ,8	81 ^{mm} ,4	100 ^{mm} ,0

	1893.	1892.	1891.
10 chênes (autres forêts oolithiques) ont donné			
la relation	73 ^{mm} ,5	96 ^{mm} ,6	100 ^{mm} ,0
7 chênes (forêts coralliennes) ont donné la			
relation	74 ,6	90 ,6	100 ,0

IV. *Végétation du chêne en sol argileux ou siliceux à grain très fin.*

	1893.	1892.	1891.
39 chênes en sol argileux ont donné	71 ^{mm} ,2	88 ^{mm} ,8	100 ^{mm} ,0
15 chênes en sol siliceux à grain fin ont donné	76 ,5	83 ,0	100 ,0

On voit que la production ligneuse du chêne s'est abaissée aussi en 1893, mais dans une proportion bien moins forte que celle du hêtre. Le rendement atteint les trois quarts du rendement normal, au lieu d'être réduit au tiers.

Ce fait si frappant ne peut être attribué qu'à des différences spécifiques (enracinement, durée de végétation, etc.), car les chênes ont été pris dans le voisinage immédiat des hêtres et les conditions de station (sol et climat) sont rigoureusement identiques.

Sur l'argile l'effet de la sécheresse a été sensiblement le même pour les deux essences que sur le calcaire.

V. *Végétation du charme en sol argileux ou calcaire.*

	1893.	1892.	1891.
17 charmes ont fourni la relation	48 ^{mm} ,8	86 ^{mm} ,5	100 ^{mm} ,0

Le charme, qui a un enracinement intermédiaire entre celui du chêne et celui du hêtre, a souffert de la sécheresse plus que le premier et moins que le second.

VI. *Végétation de l'épicéa.* — On pouvait se demander si les résineux, qui gardent leurs feuilles l'hiver et qui évaporent 5 à 6 fois moins d'eau que les arbres à feuilles caduques, n'avaient pas trouvé dans le sol la faible quantité d'eau qui leur est nécessaire.

	1893.	1892.	1891.
8 épicéas ont fourni la relation	43 ^{mm} ,6	76 ^{mm} ,6	100 ^{mm} ,0

La diminution d'accroissement est presque égale à celle du hêtre auquel l'épicéa ressemble beaucoup par son enracinement.

Toutes les autres espèces examinées (frênes, ormes, bouleaux,

cerisiers, tilleuls, érables) ont accusé en 1893 une diminution de production plus ou moins considérable.

En résumé, nous croyons avoir démontré que :

1° La sécheresse extraordinaire de 1893 a influé d'une manière évidente, en Lorraine, sur la végétation de tous les arbres des forêts aussi bien que sur la plupart des cultures agricoles.

2° La production ligneuse de cette année a été, par ce fait, réduite à un chiffre variant entre 30 p. 100 et 76 p. 100 du rendement d'une année normale.

3° Cette baisse de production dépend essentiellement de l'enracinement, fort peu de la nature du sol.

SOCIÉTÉS CORRESPONDANTES.

- AMIENS. — Société linnéenne du Nord de la France.
 — Société industrielle d'Amiens.
- AMSTERDAM. — Koninklijke Akademie der Wetenschappen (Académie royale des sciences).
- ANGERS. — Société d'études scientifiques d'Angers.
 — Société industrielle et agricole d'Angers et du département de Maine-et-Loire.
- BALE. — Naturforschende Gesellschaft in Basel.
- BATAVIA. — Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen (Société des arts et sciences de Batavia).
- BELFORT. — Société Belfortaine d'émulation.
- BERGEN. — Museums Aarsberetning.
- BERLIN. — Königl. Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin.
 — Deutsche Geologische Gesellschaft.
- BERNE. — Naturforschende Gesellschaft in Bern.
 — Schweizerische naturforschende Gesellschaft.
- BESANÇON. — Société d'émulation du Doubs.
 — Société de médecine de Besançon.
- BÉZIERS. — Société d'études des sciences naturelles de Béziers.
- BONN. — Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande und Westfalens.
- BORDEAUX. — Société linnéenne de Bordeaux.
 — Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux.
- BOSTON. — American Academy of Arts and Sciences de Boston (Massachusetts).
- BRESLAU. — Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur.
- BRUNN. — Naturforschender Verein in Brünn.
- BRUXELLES. — Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique.
 — Société royale de botanique de Belgique.
- CAEN. — Académie nationale des sciences, arts et belles-lettres de Caen.
 — Société linnéenne de Normandie.
 — Laboratoire de zoologie de la Faculté des sciences.
- CARLSRUHE. — Naturwissenschaftlicher Verein.
- CHEMNITZ (Saxe). — Naturwissenschaftliche Gesellschaft zu Chemnitz.
- CHERBOURG. — Société nationale des sciences naturelles de Cherbourg.
- COIRE. — Naturforschende Gesellschaft Graubündens.
- COLMAR. — Société d'histoire naturelle de Colmar.
- COPENHAGUE. — Kongelige danske videnskaberne selskab Kjöbenhavn (Société royale danoise des sciences).
- COSTA-RICA. — Museo nacional de Costa-Rica.
- CRACOVIE. — Académie des sciences.
- DANZIG. — Naturforschende Gesellschaft in Danzig.
- DAVENPORT. — Academy of Natural Sciences of Davenport (Iowa).

- DUBLIN. — Royal geological Society of Ireland.
- ÉPINAL. — Société d'émulation du département des Vosges.
- ÉVREUX. — Société libre d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres de l'Eure.
- FRANCFORT-SUR-L'ODER. — Naturwissenschaftlicher Verein für den Riegerungsbezirk Frankfurt an der Oder.
- FRAUENFELD. — Thurgauische naturforschende Gesellschaft.
- FRIBOURG. — Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau (grand-duché de Bade).
- GÈNES. — Società di scienze naturali e geografiche di Genova.
- GIessen. — Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.
- GÖRLITZ (Silésie). — Naturforschende Gesellschaft zu Görlitz.
- GRANVILLE (Ohio). — Scientific Association of Denison University.
- GUÉNET. — Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse.
- HALIFAX. — Institute of sciences. Nova Scotia, Canada.
- HAMBOURG-ALTONA. — Wissenschaftlicher Verein von Hamburg-Altona.
- HARLEM. — Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen (Société hollandaise des sciences).
- HAVRE (Le). — Société des arts agricoles et horticoles du Havre.
- HELSINGFORS. — Vetenskaps-Societetens af Finska (Société des sciences de la Finlande).
 — Sällskapets pro Faunä et Florä fennicä (Société pour la faune et la flore de la Finlande).
 — Vetenskapliga Meddelanden of geografiska förningar-Finland.
- INSBRUCK. — Ferdinandeum für Tyrol und Vorarlberg.
- KIEW. — Société des Naturalistes attachés à l'Université impériale de Saint-Wladimir, à Kiew.
- LAUSANNE. — Société vaudoise des sciences naturelles.
- LEIPZIG. — Königl. Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig.
 — Verein für Erdkunde.
- LIÈGE. — Société géologique de Belgique.
 — Société royale des sciences.
- LILLE. — Société biologique du Nord de la France.
- LISBONNE. — Academia real das ciencias de Lisboa.
- LIVERPOOL. — Biological Society.
- LONS-LE-SAULNIER. — Société d'émulation du Jura.
- LUXEMBOURG. — Institut royal grand-ducal de Luxembourg (Section des sciences naturelles et mathématiques).
 — Société botanique du grand-duché de Luxembourg.
 — « Fauna », Verein für Luxemburger Naturfreunde.
- LYON. — Société linnéenne de Lyon.
 — Société botanique de Lyon.
- MANCHESTER. — Litterary and philosophical Society of Manchester.
- MARSEILLE. — Société d'études des sciences naturelles de Marseille.
 — Annales de la Faculté des sciences de Marseille.
- METZ. — Société d'histoire naturelle de Metz.
- MEXICO. — Sociedad científica Antonio Alzate.
 — Observatoire météorologique de Tacubaya.
- MONTAUBAN. — Académie des sciences, lettres et arts de Tarn-et-Garonne.
- MONTBÉLIARD. — Société d'émulation de Montbéliard.

- MONTPELLIER. — Académie des sciences et lettres de Montpellier (Section des sciences).
- MONTREAL. — Society of natural history of Montreal (Canada).
- MOSCOU. — Société impériale des naturalistes de Moscou.
- MUNICH. — Königl. Baierische Akademie der Wissenschaften (mathem. u. physik. Abth.).
- MUNSTER. — Westfälischer Provinzial-Verein für Wissenschaft und Kunst.
- NANCY. — Académie de Stanislas.
- Société de médecine.
 - Société de géographie de l'Est.
 - Commission météorologique du département de Meurthe-et-Moselle.
 - Société lorraine de photographie.
- NANTES. — Société des sciences naturelles de l'Ouest de la France.
- NAPLES. — Accademia reale di scienze morali e politiche.
- Società di naturalisti.
- NEUCHÂTEL. — Société des sciences naturelles de Neuchâtel (Suisse).
- NEW-YORK. — Academy of sciences.
- NÎMES. — Société d'études des sciences naturelles de Nîmes.
- NIOHT. — Société botanique des Deux-Sèvres.
- OFFENBACH. — Verein für Naturkunde in Offenbach a/Main.
- OSNABRÜCK. — Wissenschaftlicher Verein.
- PARIS. — Association française pour l'avancement des sciences.
- Société des Jeunes Naturalistes.
 - Revue des travaux scientifiques (publiée par le ministère de l'Instruction publique).
- PERPIGNAN. — Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales.
- PHILADELPHIE. — Akademie of natural sciences of Philadelphia (Pensylvanie).
- Geological survey of Pennsylvania
- PISE. — Società toscana di scienze naturali in Pisa.
- PRAGUE. — Königl. Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften in Prag.
- PRESSBURG. — Verein für Natur- und Heilkunde zu Pressburg.
- RIO-DE-JANEIRO. — Observatoire impérial astronomique et météorologique.
- Museo Nacional.
- ROCHESTER (N.-Y.). — Academy of sciences.
- ROME. — Accademia reale dei Lincei.
- ROUEN. — Société des Amis des sciences naturelles de Rouen.
- SAINT-DIÉ. — Société philomathique vosgienne de Saint-Dié.
- SAINT-GALL. — St. Gallische naturwissenschaftliche Gesellschaft.
- SAINT-JEAN-D'ANGÉLY. — Société linnéenne de la Charente-inférieure.
- SAINT-LOUIS. — Academy of sciences of Saint-Louis (Missouri).
- SAINT-PÉTERSBOURG. — Académie impériale des sciences de Saint-Petersbourg.
- Comité géologique (Institut des Mines).
 - Institut de médecine expérimentale.
- SAN-FRANCISCO. — Akademie of sciences of California.
- STOCKHOLM. — Kong. Svenska Vetenskaps Akademie (Académie royale suédoise des sciences).
- TACUBAYA. — Observatorio astronomico nacional de Tacubaya.
- TOKYO. — Imperial University (Literature College of Tokyo [Japon]).
- TOULOUSE. — Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres de Toulouse.

TOULOUSE. — Société d'histoire naturelle de Toulouse.

— Société académique hispano-portugaise.

— Revue de botanique.

TOURS. — Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres du département d'Indre-et-Loire.

TRENTON (New-Jersey). — Natural history Society.

TURIN. — Accademia reale delle scienze.

UPSAL. — Regia societas scientiarum Upsaliensis.

VERDUN. — Société philomathique de Verdun.

VERSAILLES. — Société des sciences naturelles et médicales de Seine-et-Oise.

VIENNE. — Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien (mathemat. u. wissenschaftliche Abth.).

— Kaiserl.-Königl. naturhistorisches Hofmuseum.

— Kaiserl.-Königl. zoologische und botanische Gesellschaft in Wien.

VITRY-LE-FRANÇOIS. — Société des sciences et arts de Vitry-le-François.

WASHINGTON (D. C. U. S. A.). — Smithsonian Institution.

— Bureau of Ethnology.

WIESBADEN. — Nassauischer Verein für Naturkunde.

ZÜRICH. — Naturforschende Gesellschaft in Zürich.

OUVRAGES

REÇUS PAR LA SOCIÉTÉ PENDANT L'ANNÉE 1894.

I. — PUBLICATIONS PÉRIODIQUES.

- AMIENS. — Bulletin de la Société industrielle d'Amiens. 1893, fasc. 5, 6; 1894, fasc. 1 à 6.
- AMSTERDAM. — Verslagen en Mededeelingen der 2^e sect. D. 2/1-8; D. 3/1-14; 1893-1894.
- BALE. — Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel. T. IX. H. 3.
- BATAVIA. — Naturkundig Tijdschrift voor neerlandisch-Indie. D. LIII.
- BELFORT. — Bulletin de la Société belfortaine d'émulation. 1894, 13.
- BERGEN. — Museums Aarsberetning. 1893.
- BERLIN. — Comptes rendus de l'Académie royale des Sciences. 1893, 39 à 53; 1894, 1 à 38.
- BERNE. — Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern, 1305-1334.
- BESANÇON. — Mémoires de la Société d'émulation du Doubs. 1892, 7.
- BÉZIERS. — Bulletin de la Société d'études des Sciences naturelles de Béziers. 1893.
- BONN. — Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande und Westfalens. 1893, 2; 1894, 1.
- BORDEAUX. — Actes de la Société linnéenne de Bordeaux, t. VI, 1893.
— Catalogue de la bibliothèque, fasc. 1.
— Mémoires de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux. T. III; 2; t. IV, 1, 2.
- BOSTON. — Proceedings of the American Academy of arts and sciences de Boston. 1893-1893.
- BRESLAU. — Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur. 1893, 71, J.
- BRUNN. — Bericht der meteorologischen Commission des naturforschenden Vereins. 1892.
— Verhandlungen des naturforschenden Vereins in Brünn. 1893, B. XXXII.
- CAEN. — Mémoires de l'Académie nationale des sciences, arts et belles-lettres. (Tables 1884-1893.)
— Bulletin de la Société linnéenne de Normandie, t. VII, 1893.
- CHEMNITZ. — Bericht der naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Chemnitz. 1889, 1^{er} juillet au 30 juin 1892.
- COIRE. — Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft Graubündens. 1893-1894, 37, B.
- COPENHAGUE. — Oversigt over det kongelige danske videnskaberne selskab Kjöbenhavn. 1893, 3; 1894, 1.
- COSTA-RICA. — Anales del museo nacional de Costa-Rica, t. IV, 1891.
- CRACOVIE. — Bulletin international de l'Académie des Sciences. 1894, 1 à 12.

- DANTZIG. — Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. B. 9. H. 1, 2.
- ÉPINAL. — Annales de la Société d'émulation des Vosges. 1893-1894.
- ÈVREUX. — Recueil de la Société libre d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres de l'Eure. 1893.
- FRAUENFELD. — Mittheilungen der Thurgauischen naturforschenden Gesellschaft. XI. II.
- GENÈS. — Atti della Società ligustica di scienze naturali e geografiche. Vol. 5, fasc. 2.
- GENÈVE. — Société helvétique des sciences naturelles. 1893, 76^e session.
- GRANVILLE (Ohio). — Journal of the scientific Laboratories of Denison University. 1894. — Avril, juillet, septembre, décembre.
- HALIFAX. — Nova scotian Institute of natural science. Vol. I., part. 3.
- HAMBOURG-ALTONA. — Verhandlungen des wissenschaftlichen Vereins von Hamburg-Altona. 3. Folge. 1893, 1.
- HARLEM. — Société hollandaise des sciences. T. XXVII, liv. 4, 5; t. XXVIII, liv. 1, 2.
- HELSINGFORS. — Société des sciences de la Finlande.
- — Ofversigt, 35, 1892-1893.
- — Bidrag, 1893, 52 et 53.
- — Observations de l'Institut météorologique. 1892.
- — Société pour la faune et la flore de la Finlande.
- — Acta Societatis, 29, 1893.
- — Vetenskapliga meddelanden af geografiska förnningar, Finland. 1, 1892-1893.
- INSBRUCK. — Zeitschrift des Ferdinandeum für Tyrol und Vorarlberg. 1894, 38 H.
- LAUSANNE. — Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles. 114.
- LEIPSICK. — Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu Leispiig. 1893.
- — Berichte über die Verhandlungen der königlich sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig. 1893, 7, 8, 9; 1894, 1, 2.
- — Abhandlungen. B. 21, 1, 2.
- LILLE. — Revue biologique du Nord de la France. 6^e année, n^o 4, 12. 7^e année, n^o 1, 2.
- LIVERPOOL. — Proceedings of the Liverpool Biological Society. 1893-1894, 8.
- LUXEMBOURG. — « Fauna », Verein Luxemburger Naturfreunde. 1894, 1 à 7.
- LYON. — Société linnéenne. 1892; 1893.
- — Bulletin de la Société botanique. 1893, 2; 1894, 1, 2, 3.
- MANCHESTER. — Proceedings of literary and philosophical society. Vol. VIII, n^o 2, 3, 4; Vol. IX, n^o 1.
- MARSEILLE. — Annales de la Faculté des sciences. T. III, fasc. 4 et supplément; t. IV, fasc. 1 à 3.
- MERIDEN (Connecticut). — Scientific association annual. 1893, Y.
- MEXICO. — Memorias de la Sociedad científica Antonio Alzate. T. VII, n^o 7 à 12.
- MONTBÉLIARD. — Mémoires de la Société d'émulation. 1893, t. XXIII; 1894, t. XXIV.
- MONTVIDEO. — Anales del museo nacional de Montevideo. 1894, 2.
- MONTPELLIER. — Mémoires de l'Académie des sciences. 2^e série. T. I^{er}, 3, 4; t. II, 1.
- MOSCOU. — Bulletin de la société impériale des amis des sciences naturelles de Moscou. T. 54; 55; 56, 1, 2, 4; 57; 59; 67; 70.
- — Bulletin de la Société impériale des naturalistes. 1893, 4; 1894, 1.
- MUNSTER. — Westfälischer Provinzial-Verein für Wissenschaft und Kunst. 1891-1892, 20.

- NANCY. — Mémoires de l'Académie de Stanislas. 1893.
 — Société de médecine. 1893-1894.
 — Société lorraine de photographie. Fasc. 3.
 — Bulletin de la Société de géographie de l'Est. 1894, 1, 2, 3, 4 (liste).
 — Commission météorologique. 1893.
- NANTES. — Bulletin de la Société des sciences naturelles de l'ouest de la France.
 T. 4, n^{os} 1 à 3.
- NAPLES. — Atti della Reale Accademia di scienze morali e politiche. 26, 1893-1894.
 — Comptes rendus. 1892, novembre, décembre; 1893, janvier, mars.
- NEUCHÂTEL. — Bulletin de la Société des sciences naturelles, t. 17, 18, 19, 20.
- NIMES. — Bulletin de la Société d'études des sciences naturelles. 1894, 1, 2, 3.
- NIOBT. — Bulletin de la Société géologique. 1893.
- PARIS. — Association française pour l'avancement des sciences. 24^e session, Caen.
 — Informations et documents divers, n^{os} 68 à 70.
 — Feuille des jeunes naturalistes, n^{os} 280 à 291.
 — Revue des travaux scientifiques, t. XIII, 10 à 12; t. XIV, 1 à 8.
- PERPIGNAN. — Mémoires de la Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales. 1894, 15.
- PHILADELPHIE. — Proceedings of the Akademy of natural sciences of Philadelphia.
 1893, p. 3; 1894, p. 1.
 — Journal of the Akademy of natural sciences of Philadelphia, t. X,
 p. 1.
- PISE. — Atti della Società toscana die scienze naturali in Pisa. Vol. XIII.
 — Processi verbali. Vol. IX, p. 1 à 61.
- PRAGUE. — Sitzungsberichte der königlich böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. 1892-1893.
 — Jahresbericht. 1892-1893.
- ROME. — Atti della Reale Accademia. 1894, 1^{re} sem., 1 à 12; 1894, 2^e sem., 1 à 12.
- ROUEN. — Bulletin de la Société des amis des sciences naturelles. 1893, 1, 2.
- SAINT-DIÉ. — Bulletin de la Société philomathique vosgienne. 1893-1894.
- SAINT-GALL. — Naturwissenschaftliche Gesellschaft. 1891-1892.
- SAINT-LOUIS (Missouri). — The Transactions of the Academy of sciences of Saint-Louis. Vol. VI, n^{os} 2 à 17.
- SAINT-PÉTERSBOURG. — Archives des sciences biologiques, T. II, n^o 5; t. III, n^o 2.
 — Bulletin du comité géologique. T. XII, n^{os} 3 à 7.
 — Catalogue de la bibliothèque. 1892.
- STOCKHOLM. — Académie royale suédoise des sciences.
 — Bihang. 19, 1 à 4.
 — Öfversigt. 50.
 — Kongeliga. 25, 1892, 1.
 — Lefnadsteckningar. B. 3, H. 2.
- TACUBAYA. — Boletín del observatorio nacional de Tacubaya. 1890-1891; 1892.
- TOULOUSE. — Société académique hispano-portugaise. T. XII, fasc. 1.
 — Rapport annuel des travaux des facultés. 1892-1893.
 — Revue de botanique. 1894, 131 à 139.
- TOURS. — Annales de la Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres du département d'Indre-et-Loire. 1893, t. LXXIII.
- UPSALA. — Nova acta. Regia societas scientiarum Upsalensis. 1893, 16.

- Vienne. — Kaiserliche Akademie der Wissenschaften. 1893, 60. B.
 — Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. —
 Mathematik. CII B. 1-7 H.; Mineralogie. CII B. 1-7 H.; Physiologie.
 CII B. 1-7 H.; Chemie. CII B. 1-7 H.
 — Verhandlungen der kais. könig. zoologischen und botanischen Gesell-
 schaft in Wien. 44 B., 1, 2.
 — Annalen des K.-K. naturhistorischen Hofmuseums. Vol. VIII, 3, 4.
 WASHINGTON. — Smithsonian Institution. 1891; 1892.
 — Annual Report of the Bureau of ethnology. 1888-1889.
 Wiesbaden. — Nassauischer Verein für Naturkunde. J. 47.
 ZÜRICH. — Naturforschende Gesellschaft in Zürich. 39, 1, 2.

II. — MÉMOIRES ORIGINAUX.

- Album de statistique graphique. 1888, 1889. Paris, 1889-1890, 2 vol. in-f° cart.
 ANGUIANO (Angel), Longitude del observatorio astronomico nacional mexicano.
 Mexico, 1880, 1 vol. in-8°.
 — Congrès internationaux d'anthropologie et d'archéologie pré-
 historique et de zoologie à Moscou le 18-30 août 1893.
 Moscou, 1893, 1 vol. in-8°.
 CONSTANTIN (Paul), Le monde des plantes. Paris, 2 fasc. in-8°.
 CORNU (M.) et MER (E.), Recherches sur l'absorption des matières colorantes par
 les racines. Paris, 1878, 1 br. in-8°.
 DE GOUBET, De l'assurance par l'État. Paris, 1894, br. in-8°.
 DIAZ DE LÉON (D^r Jésus), Apuntes para una tesis sobre la inmortalidad del alma.
 Aguascalientes, 1894, 1 vol. in-18.
 EMERY (Carles), Estudios sobre los hormigas de Costa-Rica. San-José, 1894. 1 plaq.
 in-8°.
 — Extraits des procès-verbaux des séances du comité historique des
 monuments écrits depuis son origine jusqu'à la réorganisation
 du 5 septembre 1848. Paris, 1850, 1 vol. in-8°.
 GARLAND POLLARD, The Pamunkey indians of Virginia. Washington, 1894, 1 br.
 in-8°.
 GRÉHANT et EM. MER, Coefficients de correction des volumes gazeux. Paris, 1874,
 1 plaq. in-8°.
 COLLIGNON (D^r René), Anthropologie de la France. Dordogne, Charente, Corrèze,
 Creuse, Haute-Vienne. Paris, 1894, 1 vol. in-8°.
 Inauguration de la statue de François Arago à Paris, le dimanche 11 juin 1893.
 Paris, 1894. 1 vol. in-4°.
 DE LASTEVRIE, Bibliographie des travaux historiques et archéologiques publiés par
 les sociétés savantes de la France. T. II, liv. 4. Paris, 1893 1 vol. in-4°.
 LEVASSEUR et SPULLER Discours du congrès des sociétés savantes. Paris, 1894,
 1 br. in-8°.
 MALLEN (Rafael), Nuevos metodos astronomicos y regla geodesica de longitud
 invariable. Mexico, 1884, 1 br. in-8°.
 MANUEL, M. DE PERALTA et A. ALFARO, Etnologia centro-americana, catalogo razo-

- nado de los objetos arqueologicos de la Republica de Costa-Rica. Madrid, 1893.
1 vol. in-8°.
- MEA (Em.), Recherches sur les causes des colorations diverses qui apparaissent dans les feuilles en automne et en hiver. Paris, 1877, 1. plaq. in-8°.
- De l'absorption de l'eau par le limbe des feuilles. Paris, 1878, 1 plaq. in-8°.
- Des effets de la submersion sur les feuilles aériennes. Paris, 1878, 1 plaq. in-8°.
- Des effets de l'eau sur les feuilles aquatiques. Paris, 1878, 1 plaq. in-8°.
- Des modifications de structure et de forme qu'éprouvent les racines suivant les milieux où elles végètent. Paris, 1880, 1 plaq. in-8°.
- De la constitution et des fonctions des poils radicaux. Paris, 1880, 1 plaq. in-8°.
- De l'influence de l'ombre et de la lumière sur la structure, l'orientation et la végétation des aiguilles d'*Abies excelsa*. Paris, 1883, 1 plaq. in-8°.
- Recherches sur le mécanisme et la cause de la pénétration dans le sol et de l'enracinement de l'extrémité des tiges de ronce. Paris, 1884, 1 plaq. in-8°.
- Le brunissement de la partie terminale des feuilles de sapin. Paris, 1893, 1 plaq. in-8°.
- Recherches sur la maladie des branches de sapin causée par le *Phoma abietina*. R. Hartig. Paris, 1893, 1 br. in-8°.
- Le chaudron du sapin. Paris, 1894, 1 plaq. in-8°.
- Recherches sur les mouvements nyctitropiques des feuilles. Paris, 1884, 1 plaq. in-8°.
- La défoliation des branches basses d'épicéa. Paris, 1892, 1 plaq. in-8°.
- Le balai de sorcière du sapin. Paris, 1893, 1 plaq. in-8°.
- Le roussi des feuilles de sapin. Paris, 1893, 1 plaq. in-8°.
- MILNE-EDWARDS, Expéditions scientifiques du *Travailleur* et du *Talisman* pendant les années 1880, 1881, 1882, 1883. — Echinodermes. Paris, 1894, 1 vol. in-8°.
- PILLING (James-Constantin), Bibliography of the wakashan languages. Washington, 1894, 1 br. in-8°.
- DE SAINT-ARROMAN, Note sur les missions scientifiques et littéraires. Paris, 1894, 1 br. in-8°.
- THOMAS (Cyrus), The maya year. Washington, 1894, 1 br. in-8°.
- THOMEREAU (A.), Quelles sont les limites de l'intervention de l'État en matière d'assurances. Paris, 1894, 1 br. in-8°.
- Y LUGA (Guillermo B.), Description del observatorio astronomico nacional de Tacubaya. Mexico, 1893, 1 br. in-8°.

TABLE DES MATIÈRES

ANNÉE 1894. TOME XIII DU BULLETIN ANNUEL.

FASCICULE XXIX.

	Pages.
Liste des membres de la Société.	v
 I. — PROCÈS-VERBAUX.	 xi
 II. — MÉMOIRES ORIGINAUX.	
1 ^{re} Botanique.	
Catalogue descriptif des Lichens observés dans la Lorraine, par M. l'abbé Harmand	41
Une forme non décrite de bourgeon dans le sapin argenté, par M. J. Godfrin.	116
Monstruosités provoquées par les variations du milieu extérieur chez le <i>Ranunculus repens</i> , par M. Paul Vuillemin	120
Influence de la sécheresse de 1893 sur la végétation forestière en Lorraine, par M. B. Henry.	223
2 ^{re} Chimie.	
Note sur deux méthylcyanocamphres isomères, par MM. A. Haller et Minguin	219
Sur la multirotation des sucres, par Th. Muller.	28
3 ^{re} Géologie.	
Recherches sur la structure et le gisement du minéral de fer pisolitique de différentes provenances françaises et de la Lorraine, par M. Bleicher.	32
4 ^{re} Histologie.	
Sur le corpuscule central, par M. A. Prenant	127
5 ^{re} Météorologie.	
Marche annuelle moyenne de la pression de l'air à Nancy, par M. C. Millot.	1
Fréquence relative et propriétés physiques des différents vents à Nancy, par M. C. Millot	7
Sociétés correspondantes	228
Ouvrages reçus par la Société pendant l'année 1893	232

BULLETIN DES SÉANCES, 6^e ANNÉE, 1894.

Combinaisons de la pyridine avec les permanganates, par M. T. Klobb.	18
Sur le corpuscule central, par M. A. Prenant.	11
Description d'un monstre humain polymélien, du genre pygomèle, par M. A. Nicolas	7
Sur l'existence de cellules à grains acidophiles chez l'orvet (<i>Anguis fragilis</i>) et le lézard (<i>Lacerta vivipara</i> ?), par M. A. Prenant.	1
Sur des cellules à grains (cellules glandulaires ?) dans l'épiderme de l'orvet, par M. A. Prenant	5

